鱗の輪紋の研究—IV.
種族の系統判別への利用

安田秀明

(1961年4月28日受理)

IMPLICATION OF THE SCALE RING—IV. SCALE-RING AS A KEY TO THE STOCK OF FISH

Hideaki YASUDA*

As a first verification of the surmized duality of saury pike stock in Japanese waters, a few results of granographical rearrangement of existing data are presented in the following respects:

1. From HATANAKA's[1] data a conclusion was drawn that saury pike forms two scale rings every year, in February and in September each.

2. By estimating the body-length to be reached at the time of scale-ring formation from those measured for saury pike caught in a best season, May (from the Japan Sea), and in October (from the Pacific), respectively, and putting down these two kinds of values for body-length together in a graph constructed with existing data of monthly body-length of saury pike[7], a conclusion was arrived at that two different sequences of growth-curves should be assigned to the catches from the Japan Sea and those from the Pacific, respectively (Fig. 4). The duality in stock indicated by this conclusion may be supported by the granographical suggestion of two groups of saury pike, one hatched in a season extending from late spring to summer and the other from late autumn to winter.

3. The duality of saury pike stock were also pointed to about the grains on scale reported by HOTTA[2], those on otolith, monthly change of the relationship between body-length and body-weight and the local and seasonal variations in distribution for egg and fry.

魚類の鱗などに現われる主な輪紋には1年に1輪ずつのものと2輪ずつのものがあつて，魚種によつて違う。輪紋は成魚でも未成魚でもほぼ同じ時期に現われるが，主として魚体が成熟に向う時期と産卵を終つた時期とに密接な関係があつて，魚種により魚体の生理的状態によつて違う。貧栄養下で魚体を長期間飼育し成熟産卵が抑制されている間は輪紋が現われないことによつて，輪紋の現われるのは魚体の成熟と産卵に伴なう生化学的変化に基づくものと考えられる。

(1) 多数の個体について見出した輪紋長の山の位置（計算体長の峯）と同じく山の数（成長の週期数）を定め他方においては，(2) 輪紋が現われる時期をしらべ，上記の (1) と (2) の関係から年間成長曲線を描き，更にこの曲線から孵化発生の月に対応する体長を求めると天文年令に応じた成長を決定することができる。年令査定が正しくなされたか否かは漁獲魚についての体長組成の山を調べたうえで判定した成長の季節的過程と比較することによつて検証し得ることは先に述べた通りである。

かようにして求めた成長の季節的過程と輪紋出現時期の計算体長との関係を互に比較することは種族系統を判別するのにも役立つことがサンマに関する限り明らかになつた。

---

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., Shiba Kaigandoori 6, Minato-ku, Tokyo).

サンマの年令査定の再検討

サンマの年令と成長については畑中の研究，また種族系統などについては堀田，菅間らの研究がある。著者はこれらの論文から図表を借用して畑中，堀田らが行なつた年令査定の結果を再検討して見た。

サンマの背部の鱗の輪紋は同心円的にならんだ circuli が特に密になつている箇所に相当するものとして形成される。堀田らが述べているように，宇野 (1935～'39)，宮内 ('37)，久保 ('55)，畑中 ('56) の検鱗の結果はかなり不明瞭ではあるが，ほぼ一致している。従つて氏等による輪紋の判定には重大な誤りはないものと考えらる。畑中は 6～7 月頃の体長組成に 5 つのモードがみられ，成長の季節的過程にも 5 段階の曲線が描かれることを示した。最も体長の大きい群に属する個体では 5 つの輪紋が数えられている。したがつて畑中が述べているように輪紋が 1 年に 1 輪ずつ形成されるものとすればサンマの年令を輪紋の数に合わせて査定することは一応正しいものと考えられるが，著者がその記録を見たところでは輪紋の形成される時期は必らずしも 1 年に 1 回ずつであるとは考えられない。

かりに 1 年に 2 輪ずつを形成するとすれば最も体長の大きい群に属する個体の年令がいままでの半分になつて，12 カ月を横軸にとつた成長曲線に 5 つという奇数の段階があることから，少くとも系統の遠う 2 つの魚群が混在しなければならないことになる。なお堀田の飼育実験で同一系統の魚群とみなしているところにも納得しかねる点があつて，むしろ産卵期の違う 2 つの系統群が存在していると見た方が妥当であるように考えられる。

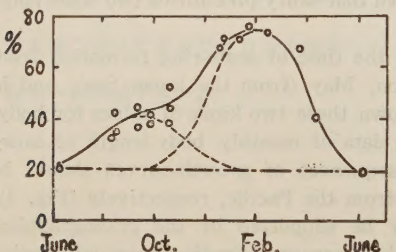


Fig. 1. Seasonal variation of the percentages of new ring formation in saurios. Data from HATANAKA[1] Table 14.

そこでまず畑中[1] の検鱗した新しい輪紋を縁にもつものの割合 (畑中 Table 14) を図示すると Fig. 1 のようになる。鱗の縁からどれだけの距離にあるものまでを新しい輪紋と見るかによつて上記の割合は違うから横軸を移して共通な部分を除いて見ると，この曲線は 2 つの簡単な分布曲線に分けられることがわかる。この 2 つの分布曲線がそれぞれ正規分布に近い形を示すことから，9 月と 2 月頃と年間 2 期に輪紋を形成すると考えた方がよい。それぞれの山の高さに著しい違いのあることは，主として夏期の鱗の成長が冬期に比べて著しく早いことによると考えられる。次ぎに堀田[2] は体長 27～28cm のサンマについて鱗の輪紋は 3 月を中心として形成するが，耳石では透明帯が 10～12 月に，不透明帯が 1～3 月に形成すると見ている。

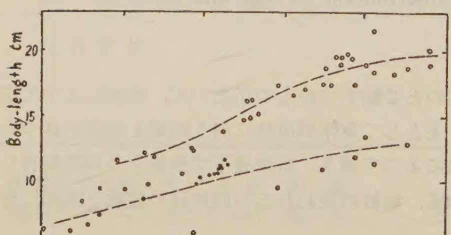


Fig. 2. Growth of young saury in the rearing experiment. Data from HOTTA[3].
○ kept in a bay, ● from open sea

堀田[3] は駿河湾で体長 7.5～17.5cm のサンマを 30～80 日間飼育した結果にもとづいて，3 月始めの体長 6cm 群は約 6 カ月で少なくとも 20cm 以上に成長すると述べているが，その成長曲線を見ると，3～7 月のいずれの月にも体長組成に 2 つずつの互に異なるモードが見られる。従つて 3 月の終り頃 7.5cm と 12cm の 2 つの群は，7 月中旬頃までにそれぞれ 12.5cm と 19cm とに成長するものと考えた方が妥当である。Fig. 2 は堀田 Fig. 17 の記号を 1 種類にして，2 本の点線を加えたものである。

サンマの卵巣内の卵の大きさの分布にいくつかの互に異なるモードのあることから同一個体が 2 回以上産卵するものと考えたり，産卵期が冬から夏におよんでいるものと考えたりする既存の見方に代えて本著者は 2 つの系統の魚群があるとの新しい見方を提出した。別系統では一般に産卵期も違つていると考えられるか

ら，この産卵の時期を確めるために体長と体重との関係を調べてみた。(福島・永沼 Fig. 2~5, Fig. 13 から) $f=\frac{W}{l^3}\times 10^3$ および (畑中 Table 12 から) $\kappa=\frac{W}{l}$ それぞれの季節的変化を Fig. 3 に示した。

いずれの場合にも2つの山と2つの谷が認められる。福島・永沼[4] の研究によつて，成熟期に肥満度はかえつて減少することが知られているので，夏期と冬期に産卵が行なわれるものと見てよい。

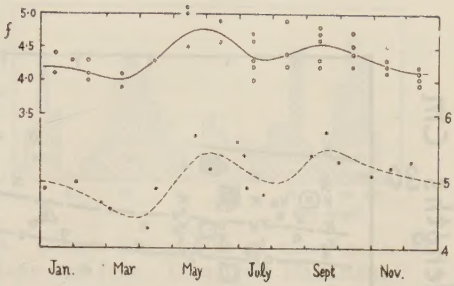


Fig. 3. Seasonal variation of thickness coefficient $f=\frac{W}{l^3}\times 10^3$ (FUKUSHIMA and NAGANUMA[4]) and the condition factor $\kappa=\frac{W}{l}$ (HATANAKA[1]).

産卵が同一個体で1年に2回行なわれるのか，1年に1回ずつ産卵する2つの系統群があるのか，そのいずれであるかは Fig. 3 だけから判断することはできない。しかし畑中は体長 22~30cm のサンマについて6月から翌年の2月までの生殖腺の重量を測つて9月の初め頃から急に増大して翌年の2月頃最大になると述べている。そのような成熟の過程即ち畑中氏の扱つたような一定系統のサンマについては年1回だけの産卵を示唆する過程がたどられるものとすれば，自然のサンマ魚群については1年に1回ずつ産卵する2つの系統群があると判断せねばならないことになる。

サンマの夏生れ群と冬生れ群

サンマが太平洋側沖合で冬期に産卵することは，すでに知られているところであるが，末広 ('42) は日本海沖合で 5・6 月にサンマの稚魚群と，熟卵をもつた親魚がいることを述べ，宇田 ('42) は5月 29 日七尾沖で体長 3~10cm, 23~28cm 群と同時に卵を採集している。畑中・小達[5] によれば，7月頃に本邦北部 (41°N 以北) で稚魚および卵がかなり多量に毎年採集されている。なお木村[6]は駿河湾の定置網に体長 10cm 以下のサンマの幼魚が3月上旬頃から毎年漁れること，5・6 月頃には体長 30cm 位の産卵期の親魚も来ることを述べている。

産卵期の違う独立した2つの系統の群と見る方が妥当であることは次のようにして証明された。

先に著者ら[7] は東北海区で 10 月に，島根県の沖合で5月に漁獲されたサンマの試料について検鱗し次の結果を得た。10 月のモードが 29cm のサンマでは，背部の鱗の第1~第4輪紋を形成した時の体長がそれぞれ，9.8, 14.2, 19.2 および 24.0cm となることと，鱗の縁に新しい第5輪紋が形成し始めていることを知つた。第1および第3輪紋は9月頃に，第2および第4輪紋は2月頃に形成したものと考えられる。5月に体長のモードが 30.5cm であつたものの輪紋形成時に対応する計算体長は 7.8, 12.9, 18.2, 23.2 および 28.0cm であつて，奇数番目の輪紋は2月に，偶数番目のものは9月に形成されたものと考えられる。

体長組成のモードの月々の移り変りを畑中の Fig. 10, Table 9 と木村・堀田・小達・福原・内藤[8] の報文附図とサンマ資源篇 ('51)[9] とから図示すると Fig. 4 を得る。

Fig. 4 に著者らの得た2種の資料即ち主漁月 (5月 (日本海) および 10 月 (太平洋) と実体長[7] および輪紋形成期 (2月および9月) に対応する計算体長[7] を書きこんで見ると，日本海の資料間を連ねた成長曲線と太平洋の資料についてのそれとは全く別個の系統に属することが判る。このことはサンマに2つの別な系統が存在することを示している。(ただし，日本海のサンマと太平洋のサンマがすべて別系統に属するという意味ではない。) この図には2組に区別してあるが，成長曲線の下段から数えて，10 月の資料 (太平洋からの資料，⊙ で示す) は第1・3・5の曲線の上にあり，5月の資料 (日本海からの資料，△ で示す) は第2・4・6の曲線上にあると見られる。従つて奇数番目 (点線) の第1・3・5および7の曲線は同じ1つの系統のサンマ群で，偶数番目 (実線) のものはこれとは違う他の1つの系統群と考えられる。前者を夏生れ群，後者を冬生れ群として区別する。

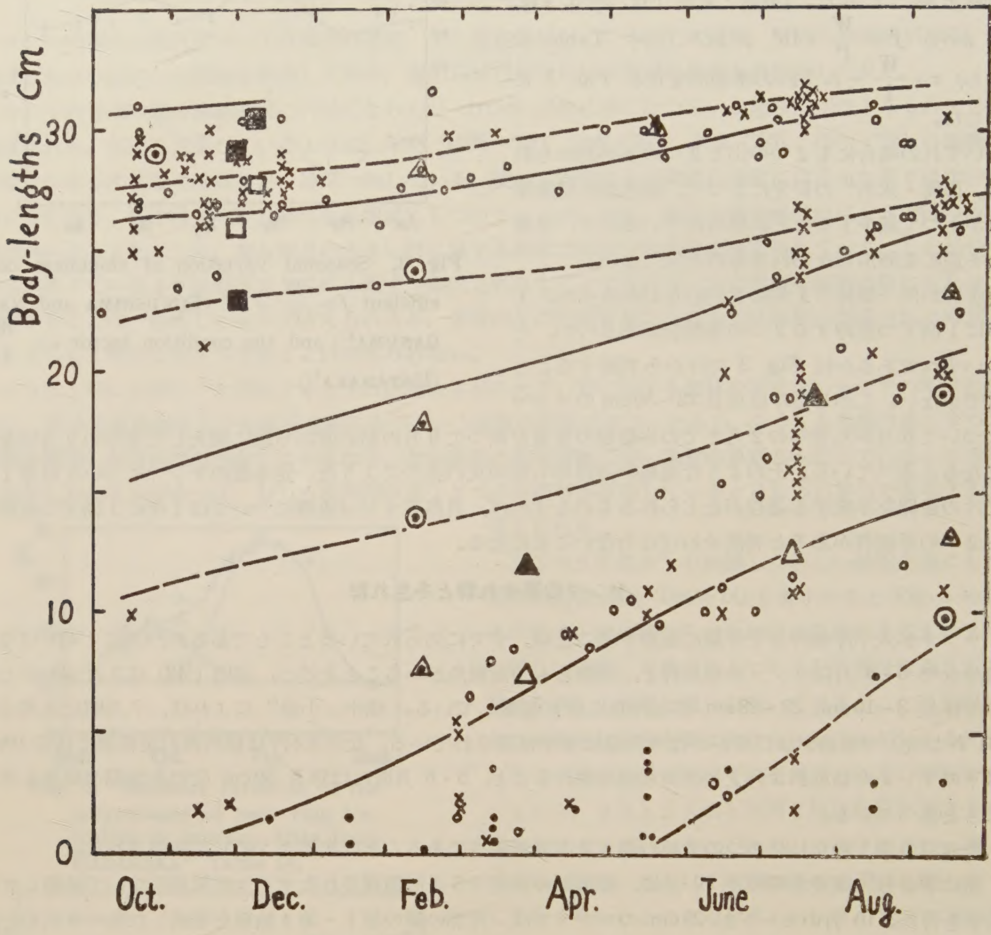


Fig. 4. Relationship between catch month and modal body-length.
○● HATANAKA, × KIMURA, △▲ HOTTA, □■ SUGAMA, ⊙△ YASUDA.
Growth curve: —— Winter spawning saury, - - - Summer spawning saury.

鱗相に2つの型のあることは Rumyanizef ('47) と堀田 ('60) によつて，また耳石の相に2つの型のあることは菅間 ('57) によつて指摘された。

菅間[10]はサンマ（10～12月）の耳石に輪紋があらわれた時（11～12月）の計算体長はそれぞれ体長 30～31cm の大型魚では 23cm と 29cm，体長 27～28cm の中型魚では 26cm 頃であるので，大型魚の1年前は中型魚ではなくて小型魚であろうと述べている。Fig. 4 にこの関係を記入すると，菅間の大型魚の体長とその耳石の輪紋からの計算体長（■）とは夏生れ群に属し，中型魚の体長とその耳石の輪紋からの計算体長（□）とは冬生れ群に関するものと見られる。なお堀田の飼育による成長曲線を2つに分けたものの体長の大きい方（▲）は夏生れ群，体長の小さい方（△）は冬生れ群に属するものと見られる。

Fig. 4 の関係によつて 6・7 月の体長組成（畑中 Fig. 11）を2つの系統群に分けると Fig. 5 のようになり，同図から個体数を読取つて Table 1 の第 1・2 段を得る。

Fig. 5 の第1および第 3 の山は夏生れ群の幼魚 (120 尾) と 1 才魚 (145 尾), 第 2 の山は冬生れ群の 0.5 才魚 (250 尾) に属し, 第 4 の山に属する 165 尾は冬生れの 1.5 才魚と夏生れの 2 才魚が, 第 5 の山に属する 220 尾は冬生れの 2.5 才魚と夏生れの 3 才魚とがそれぞれ混合した群と考えられる。冬生れ 1 才魚の尾数を求めるためにまず 165 尾を 250 : 145 の比に配分すると冬生れ 1.5 才魚の数として 104 尾を得る。250 尾と 104 尾の平均値 177 尾を冬生れ 1 才魚とする。

次に 165 尾から冬生れ 1.5 才魚と夏生れ 2 才魚の概数を求めるために, 165 尾を 177 : 145 の比に配分すると, 冬生れの 90 尾と夏生れの 75 尾に分けられる。従つて生残り率は冬生れ群で 0.5 才魚から 1.5 才魚へ 0.4, 夏生れ群で 1 才魚から 2 才魚へ 0.5 となる。

サンマ盛漁期の水揚地別・体長別漁獲高 (資源篇 '51) から Fig. 4 の関係によつて, 夏生れ群と冬生れ群に分けてそれぞれの年令組成を求めると, Table 2 のようになる。いずれの水揚地でも夏生れの 2.5 才魚がその過半数を占め冬生れの 2 才魚および 3 才魚がこれに次いで多いが, 夏生れの 1.5 才魚と 3.5 才魚はごくわずかである。南下するにつれて魚群の組成に関しては冬生れの 2 才魚の割合が減少し, 夏生れの 2.5 才魚と冬生れの 3 才魚とがいくらか増加していることが知られる。

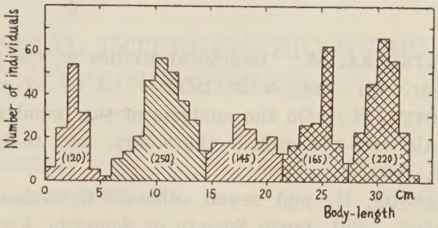


Fig. 5. Length frequencies of saury collected in June and July. Data from HATANAKA[1).]

/// Summer spawning group,

\\\ Winter spawning group.

Numerals in parenthesis stand for the total number of individuals.

Table 1. Group-composition of sauries in June and July.

Body-length (cm)	0~5.5	~14.5	~21.5	~27.5
Number of individuals	120	250	145	165
Winter spawning group		(0.5) 250		(1.5) 90
Summer spawning group	120		(1) 145	(2) 75

(age of sauries)

Table 2. Age-composition of sauries collected from Sept. to Dec. at various regions. (%)

Body-length (cm)	17~24	~27	~29	~31	~33	Number of individuals
Group	S	W	S	W	S	
Age	1.5	2	2.5	3	3.5	
Hachinohe	2	42	46	9	0	287
Kisenuma	2	36	48	13	1	3245
Shiogama	1	25	53	19	1	3089
Onahama	1	31	56	12	1	658
Nakaminato	1	11	51	34	3	2291
Chōshi	0	15	61	24	1	1407

S: Summer spawning group, W: Winter spawning group.

結　び

ヘーリング (P. Ottestad) やマイワシ (安田・小倉) では鱗に現われる輪紋の間隔を比較することによつて, サケ (三善, 斎藤・清水, 佐藤) では輪紋の巾や第 1 輪紋の内側の circuli 密度を比較することによつて, 魚群の洄游系統を判別している。著者は数個の輪紋の形成期とその時々に対応する計算体長との関係を用いて, 体長増加の季節的過程を吟味することによつて種族系統を判別し得ることを確め, この判定法に基づいてサンマには夏生れ群と冬生れ群とがあることを明らかにした。

文　　献

1) HATANAKA, M.: Biological studies on the population of the saury, *Cololabis saira*. Tohoku Jour. Agr. Res., **6** (3), 1956.

2) HOTTA, H.: On the analysis of the population of the saury (*Cololabis saira*) based on the scale and the otolith characters, and their growth. Tohoku Regional Fisheries Research. 16, 1960.

7) YASUDA, H. and seven others: Growth of Japanese principal fish-VI. Saury (*Cololabis saira*). Bul. Japan Society of Scientific Fisheries. **27** (3), 1961.

2) 堀田秀之: 鱗・耳石によるサンマのポピュレーション構造の分析とその成長. 東北水研報告 (16), 1960.

3) ————: 飼育実験によるサンマの成長について. 同上 (12), 1958.

4) 福島信一・永沼　璋: サンマの肥満度について. 同上 (7), 1956.

5) 小達　繁: 東北海区におけるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態. 同上 (7), 1956.

6) 木村喜之助: 定置網の漁獲サンマについて. 同上 (7), 1956.

7) 安田秀明　外7人: 日本産主要魚類の成長-VI. サンマ. 本誌, **27** (3), 1961.

8) 木村喜之助　外4人: 津軽海峡周辺のサンマについて. 東北水研研究報告 (7), 1956.

9) 東北海区水産研究所: 海洋資源年報　昭和 26 年度サンマ資源篇. 1955.

10) 菅間慧一: 耳石の性状からみたサンマのポピュレーション構造 I. 北海道水研報告 (16), 1957.

その他の文献は主として畑中[1], 堀田[2] から引用した。

SEX AND STERILITY OF ARTIFICIAL INTERGENERIC HYBRIDS AMONG BITTERLING (CYPRINID FISHES)

Ryo SUZUKI*

(Received June 20, 1961)

Regarding with Japanese cyprinid and cobitid fishes, the author[1-5] has been studied to clear whether or not the success in hybrid development is correlated with the nearness of taxonomic relationship of the examined fishes. For this purpose, at the present experiment the artificial hybridizations are carried out among five species of Japanese bitterlings belonging to two genera. Following five kinds of intergeneric hybrids can be reared to adult size; *Rhodeus ocellatus*♀×*Acheilognathus tabira*♂, *Rhodeus ocellatus*♀×*Acheilognathus limbata*♂, *Rhodeus ocellatus*♀×*Acheilognathus Cyanostigma* ♂, *Rhodeus ocellatus*♀×*Acheilognathus lanceolata*♂ and *Acheilognathus lanceolata*♀×*Rhodeus ocellatus*♂. The external characters of these hybrids was reported previously (SUZUKI)[6]. The present paper deals with the results of examination of the sex-ratio and of the reproductive capacity of the hybrids.

Before going further, the author wishes to express his sincere gratitude to Dr H. KOBAYASI for his valuable advice and criticism, and to Prof. H. GAMO for his help in preparing the manuscript.

Observations and Consideration

1) Sex-ratio

The nuptial coloration of hybrid males is intermediate between those of the parental species, while the color is somewhat less conspicuous than those of parents. Pearl organs are abundantly present on the tip of the snout as well as control males. On the other hand, these sexual characters can not be observed in hybrid females, but a short ovipositor develops from the belly. Hybrid males, therefore, are separable from the females during breeding season. The sex-ratio of hybrids examined in fishes of one-year old is given in Table 1. It is found that almost all hybrids are males, though only few hybrids from *Rhodeus ocellatus*♀×*Acheilognathus lanceolata*♂ and *Rhodeus ocellatus*♀×*Acheilognathus cyanostigma*♂ are females. More recently, DUYVENÉ DE WIT[7] obtained the hybrid between *Rhodeus ocellatus* female and *Acheilognathus himantegus* male by natural interbreeding in an aquarium. His hybrid showed male phenotype. From these facts, it may be considered that the females of F_1 hybrids among Rhodein fishes are not survived

* Department of Biology, Aichi Gakugei University, Okazaki, Aichi, Japan. (鈴木亮，愛知学芸大学生物学教室)

Table 1. Sex-ratio of bitterling hybrids of one-year old.

	Crosses	Total number examined	Number of ♂	Number of ♀	Sex-ratio*
	Rhodeus ocellatus♀ ×*Acheilognathus tabira*♂	7	7	0	0.00
	Rhodeus ocellatus♀ ×*Acheilognathus limbata*♂	21	21	0	0.00
	Rhodeus ocellatus♀ ×*Acheilognathus cyanostigma*♂	20	18	2	11.11
	Rhodeus ocellatus♀ ×*Acheilognathus lanceolata*♂	19	18	1	5.56
	Acheilognathus lanceolata♀ ×*Rhodeus ocellatus*♂	17	17	0	0.00
Controls	*Rhodeus ocellatus*	29	14	15	107.14
Controls	*Acheilognathus lanceolata*	22	12	10	83.33

* Numbers of ♂'s to 100♀'s.

2) *Spawning behavior*

It is a question whether or not the bitterling hybrids display the spawning behavior. In order to solve this question, two pairs of two-year old hybrids from *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus cyanostigma*♂ are placed together in an aquarium in which live mussel have been kept.

The territorial fighting of males begins around the mussel in about 10 hours after mating. The male sometimes chases the female toward his territory. This is not so intensive, however, as in the case of *Rhodeus* control, and the hybrid male did not oviposit for one-month rearing.

The similar behavior as found in the above hybrid is observed in an aquarium in which mated two hybrid males from *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus lanceolata*♂ and two females of *Rhodeus* control. Thus, less conspicuous territorial fighting is found here than in the case of *Rhodeus* male, and the male sometimes chases the *Rhodeus* female, elongating the ovipositor from the belly. Although the females hold matured eggs, oviposition does not take place. No oviposition of *Rhodeus* female may be due to either the poor chasing of hybrid male toward the mussel, or *Rhodeus* female being not charmed with scanty nuptial color of hybrid male.

3) *Sterility*

The bitterling males produce generally the semen when their abdomen is artificially pressed during the breeding season. But none of the hybrid males produces the semen. Anatomical investigation reveals that testes of many hybrids are nearly normal in external form (Fig. 2), but in some hybrids they are shrunken (Fig. 3) or entirely absent (Fig. 4). These facts are true in hybrid males produced from any crosses in present investigation. Two females from *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus cyanostigma*♂ have no ovary as shown in Fig. 5.

To observe the spermatozoa of hybrids, a piece of testis fixed with formalin is crushed with cover glass and stained with Delafield's hematoxylin. None of the spermatozoa is observed in hybrids even in normally shaped testis, while numerous big cells which may be spermatocytes are observable (Figs. 7 and 8). This fact may indicate that spermatogenesis is impaired. On the other hand, many spermatozoa are observed in controls with the same method as in hybrids (Fig. 6). DUYVENÉ DE WIT[7] described that the quantity of milk produced from the hybrid, *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus himantegus*♂, by means of the stripping method was very small. Although he does not describe as to whether or not spermatozoa is observed in the milk, his result seems to be parallel to the present one. The male sterility has been reported by MATSUI[7] in the carp-funa hybrids, between *Cyprinus carpio* and *Carassius carassius*, and MINAMORI[9] in the loach hybrids, between *Misgurnus anguillicaudatus* and *Cobitis biwae*. According to them, spermatogenesis of hybrids is also abnormal.

Summary

1) Almost all hybrids produced artificially from *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus tabira*♂, *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus limbata*♂, *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus cyanostigma*♂, *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus lanceolata*♂ and *Acheilognathus lanceolata*♀ × *Rhodeus ocellatus*♂ are male. Only few hybrid females from *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus lanceolata*♂ and *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus cyanostigma*♂ can be reared to adult size, while their ovaries are not developed.

2) Hybrid males display the spawning behavior to the control female or hybrid female, though the behavior is not intensive as in the case of the control and the oviposition does not occur.

3) The testes of many hybrids are nearly normal in external form, but in some hybrids they are shrunken or entirely absent. None of the spermatozoa is observed in hybrid testes.

References

1) SUZUKI, R.: *Jap. Jour. Ichthyol.*, **3**, 7-14 (1953).
2) ———: *Bull. Aichi Gakugei Univ.* (Nat. Sci.), **5**, 29-34 (1956).
3) ———: *Jap. Jour. Genet.*, **32**, 8-14 (1957).
4) ———; *Zool. Mag.* (Tokyo), **66**, 34-37 (1957).
5) ———: *Jap. Jour. Ichthyol.*, **5**, 114-117 (1957).
6) ———: *This journal*, **27**, 418-424 (1961).
7) DUYVENÉ DE WIT, T. T.: *Annot. Zool. Japon.*, **34**, 49-50 (1961).
8) MATSUI, Y.: *Jour. Imp. Fish. Exp. Station*, **3**, 249-257 (1933).
9) MINAMORI, S.: *Jour. Sic. Hiroshima Univ.*, Ser. B, Div. 1, **17**, 55-64 (1957).

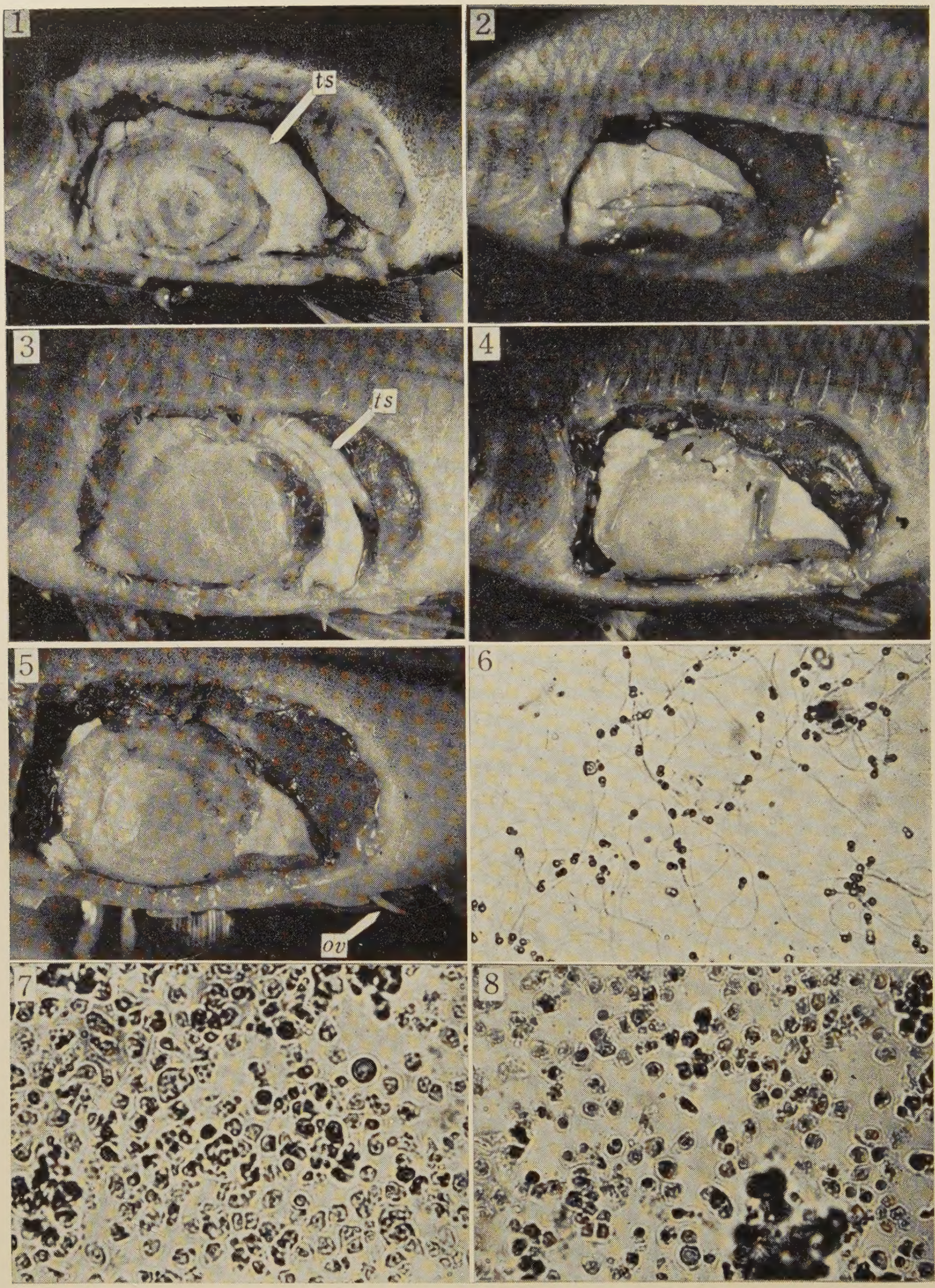


Fig. 1. The testis of control, *Acheilognathus tabira*. **Fig. 2.** Nearly normally shaped testis of *Acheilognathus lanceolata*♀ × *Rhodeus ocellatus*♂. **Fig. 3.** Slightly shrunken testis of *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus tabira*♂. **Fig. 4.** No testis of *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus lanceolata*♂. **Fig. 5.** No ovary of *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus cyanostigma*♂, with a minute ovipositor. **Fig. 6.** Spermatozoa stripped from the control testis of *Acheilognathus lanceolata*. **Figs. 7** and **8.** Big cells, probably spermatocytes, stripped from testes of *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus cyanostigma*♂ and *Rhodeus ocellatus*♀ × *Acheilognathus lanceolata*♂ respectively. *ts*; testis. *ov*; ovipositor.

RELATION BETWEEN SOAKING TIME AND CATCH OF TUNAS, IN LONGLINE FISHERIES

K. Sivasubramaniam*

(Received June 24, 1961)

Introduction

The Longline gear was originally developed by the Japanese fishermen to capture fish swimming at considerable depths below the surface of the ocean (Shapiro 1950)[1]. During the past decade this gear has permitted an expansion of the tuna fisheries, particularly in the South Pacific and Indian Oceans. One unit of the gear is called a " Basket ", which has a mainline and four or five branch lines (droppers) attached to the mainline. Generally the length of the mainline ranges from about two hundred to three hundred meters and each branch line may be about twenty one meters long. During an operation, as much as four hundred baskets are joined to make a complete gear or a " Set " and the entire set is bouyed up with floats at the basket junctures and at the two ends of the set. Approximately, the maximum depth of fishing with this gear is within the range of one hundred meters and one hundred and thirty meters. The setting is usually commenced in the morning and completed at noon. The hauling up process is commenced about three or four hours after the completion of setting and it is generally started with the basket that is set, last. The length of time required for setting and hauling will vary with the number of baskets in the set. However the time required for the hauling up process is about four times that required for setting. Commencement of hauling from the end of the line with the basket that was set last, makes the soaking time of this basket much smaller than that of the basket that was set first. Infact, during an operation, the soaking time of the last basket hauled differed from that of the first by as much as eighteen hours.

Therefore it was considered that a study of the relation between soaking time and the number of tunas caught, would reveal further information on the longline tuna catch and also about the behaviour of tunas.

The author is indebted to Prof. Y. Hiyama, for his guidance and support in carrying out this study. Thanks are also due, to Dr. H. Nakamura (Director) and Mr. A. Suda (Research Officer) of the Nankai Regional Fisheries Research Laboratary, Kochi, for assisting in collecting the data and also to Mr. Y. Nose, for teaching statistical methods.

* Department of Fisheries, Tokyo University, Tokyo.

Sources of Data

Catch data of eleven cruises were taken from the Records of the Fisheries Investigation conducted by the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory and the Fisheries Research Station in the Kanagawa Prefecture, in the Indian and South Pacific Oceans between 1952 and 1960. Of these, seven cruises were made in the Indian Ocean and the main catch was yellowfin. Therefore this paper deals fairly with the yellowfin tuna catch and to a relatively lesser extent with the big eye, albacore and marlin catches.

Analysis

(a) *Hooked rate vs. Soaking time.* During all the eleven cruises, the time of commencement and completion of setting and hauling of the two ends of the gear was noted. From this record it was possible to estimate the soaking time of the first and

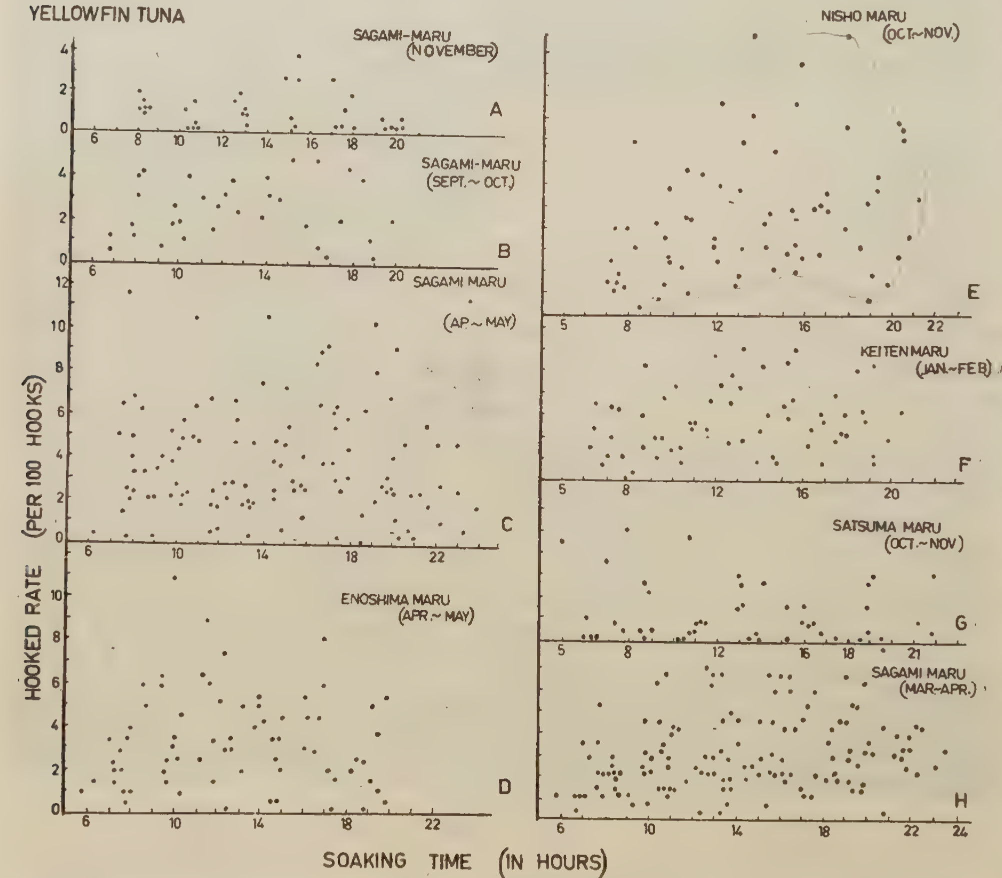
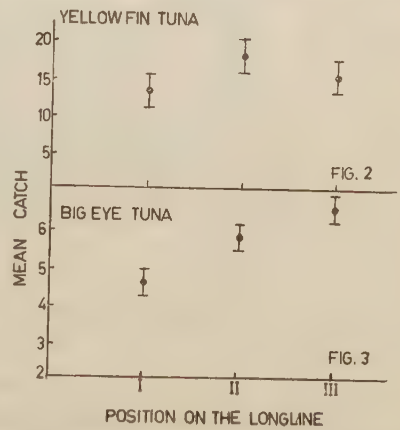


Fig. 1. Relationship between hooked rate and soaking time, for yellowfin tuna. Each one of the figures (A–H) was drawn with the data of one cruise.

the last basket set. Assuming that the process of setting and hauling were carried out at uniform speeds, the whole length of the gear was divided into six equal portions and the soaking time of each of these portions was estimated by dividing the length of time gained by the last basket hauled over that of the first basket, into six uniformly increasing intervals. The number of yellowfin tuna caught by each portion was known from the record and then, for each operation the hooked rate (catch per one hundred hooks) of each portion for the corresponding values of soaking time was plotted on a graph (Fig. 1). As no clear tendency was observed from the distribution of points, a chi-square test was carried out to detect any possible relations between the length of soaking time and the hooked rate. No significant variation in the yellowfin catch with soaking time was observed in the catch made by the gear during seven out of the eight cruises. Sources of error caused by damage to the gear or any machinery were eliminated by discarding the data of operations with such reports.

Mean catch vs. position on the longline. (b-1) As already mentioned, the soaking time increases form the first hauled basket to the last hauled up basket. To verify whether there is any variation in the catch made by baskets in different positions on the gear, the set of longline was divided into three equal portions and for convenience they were named as portion I, II, and III, in the order of hauling. Catch of each kind of fish made by each portion of the set during each operation was obtained from the record. Then the average value of the number of each kind of fish caught by each portion of the gear during all the eleven cruises was estimated. This value will be referred to as the mean catch, in this paper. The variance of mean catch was calculated for each portion and also for each kind of fish caught. Significant variations were observed in the cases of yellowfin and big eye tunas (Figs. 2 and 3) hut not in the cases of albacore and marlins (Table 1). The 95% confidence limit calculated for the mean catch values are also illustrated in the figures 2 and 3. The analysis of variance method was used to check the differences among the mean values.



Figs. 2. and 3. Shows the mean-catch values with their 95% confidence limits, for the yellowfin tuna and big eye tuna caught by the three portions of the set.

(b-2) As high catch of yellowfin appeared to be in position II on the longline, a more clear estimation of the position of high catch, was carried out by increasing the mumber of portions from three to six and carrying out the routine statistical tests. Here again for convenience, the portions were named as portion I, II, III, IV, V and

Table 1. The results of the analysis of variance in the mean-catch values of the different kinds of fishes caught by three different portions of the set.

Name of Fish		Mean Catch in Each Portion			Number of Operations	F_0
		I	II	III		
Yellowfin tuna	Mean.	13.04	17.37	14.83	113	4.06*
	Var.	2.32×7^2	3.03×7^2	2.73×7^2		
Big eye tuna	Mean.	4.57	5.77	6.37	85	6.94**
	Var.	3.09×3^2	2.22×3^2	3.81×3^2		
Albacore	Mean.	9.50	13.00	12.50	24	0.88
	Var.	2.0×6^2	2.9×6^2	3.1×6^2		
Marlins	Mean.	10.60	12.58	10.70	34	0.88
	Var.	2.2×5^2	1.5×5^2	2.0×5^2		
Shark	Mean.	5.47	6.50	6.96	90	2.18
	Var.	2.4×3^2	3.8×3^2	1.7×3^2		

* =Significance at 5% level. ** =Significance at 1% level.

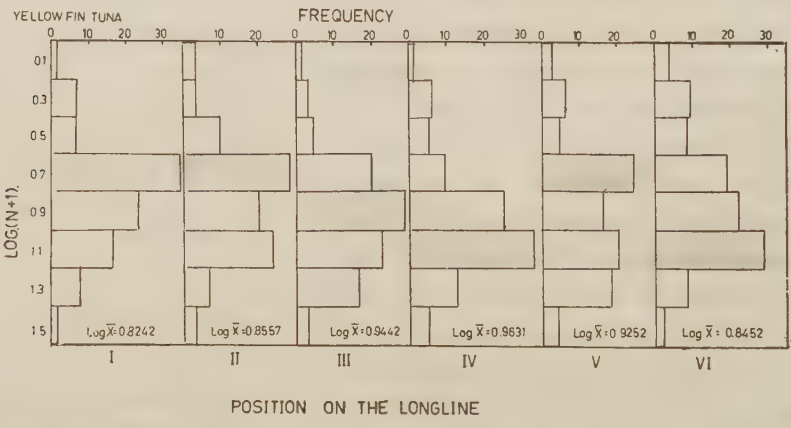


Fig. 4. Frequency distribution of logarithmically transformed data of yellowfin tuna caught by six portions of the set.

VI in the order of hauling up. It was found necessary to transform the catch data in order to reduce the linear relationship between " Mean " and " variance " (Table 1). The catch by longline shows extremely high and extremely low values to fit the poisson distribution (QUENILL 1949, BARNES and MARSHALL 1951)[2]. As a result the distribution becomes a negative binomial type. However a transformation using the simple logarithmic formula Y=Log. (N+1) (where N is the actual catch made), reduced the correlation considerably (Fig. 4). The variation observed was not statistically significant in the catch made during seven out of the eight cruises in the Indian Ocean (Table 2). But when the analysis was carried out with the data of six cruises, pooled, significant variation in the mean catch made by the six portions was observed.

Table 2. The results of the analysis of variance in the mean-catch of yellowfin tuna hooked by the six portions of the set. The values were obtained after a logarithmic transformation of the raw data of catches made.

Cruise	Basket Number	Position on the Longline							Number of Operations	F_0
			I	II	III	IV	V	VI		
Sagami Maru	300	Log. mean.	0.6914	0.5024	0.6938	0.6914	0.6132	0.5838	16	1.20
		Var.	0.031	0.100	0.046	0.046	0.040	0.039		
Keiten Maru	330	Log. mean.	0.6599	0.8121	0.9373	0.8677	0.9255	0.8980	11	2.15
		Var.	0.088	0.042	0.026	0.060	0.049	0.040		
Enoshima Maru	240	Log. mean.	0.7015	0.8071	0.9792	0.8840	0.8484	0.6241	12	2.39*
		Var.	0.031	0.061	0.031	0.087	0.099	1.22		
Sagami Maru	330	Log. mean.	0.8232	0.8954	0.9144	1.0079	0.9440	0.9205	23	1.45
		Var.	0.043	0.047	0.064	0.058	0.058	0.070		
Nisho Maru	340	Log. mean.	0.8286	0.9623	1.0613	1.1022	1.0879	1.0433	12	1.82
		Var.	0.047	0.031	0.044	0.047	0.074	0.079		
Sagami Maru	330	Log. mean.	0.9730	1.0258	1.0578	1.1026	1.0129	0.9010	21	1.04
		Var.	0.010	0.009	0.009	0.007	0.15	0.008		
Sagami Maru	400	Log. mean.	1.4092	1.4467	1.4966	1.5384	1.5479	1.5144	28	1.43
		Var.	0.056	0.056	0.051	0.065	0.050	0.057		
Pooled data (six cruises)		Log. mean.	0.8242	0.8557	0.9442	0.9631	0.9252	0.8452	95	3.68**
		Var.	1.79×0.2^2	2.21×0.2^2	1.81×0.2^2	2.25×0.2^2	2.72×0.2^2	2.47×0.2^2		

* =Significance at 5% level. ** =Significance at 1% level.

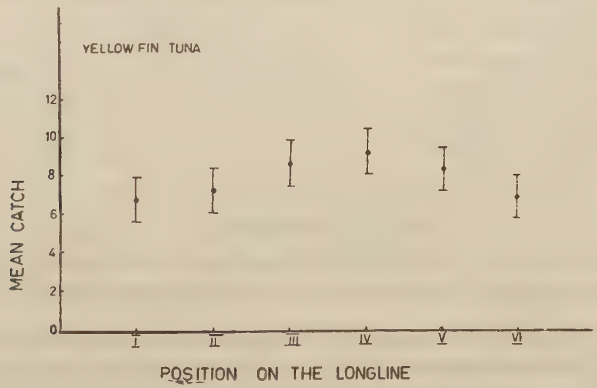


Fig. 5. Relation between mean-catch and position on the longline, in the case of yellowfin tuna. The 95% confidence limits are also shown.

This result could have been caused by the increase in the number of samples and also by the variation between cruises. Even though there was no significant variation in the mean catch, as observed from the catch made by each cruise, there is definitely a tendency for the catch to have a position of maximum value on the longline and this appears to be roughly in the portion IV (Fig. 5) and not at the end of the Line which had remained under water for the longer period.

(b-3) Similar computations for the big eye tuna catch was carried out with the

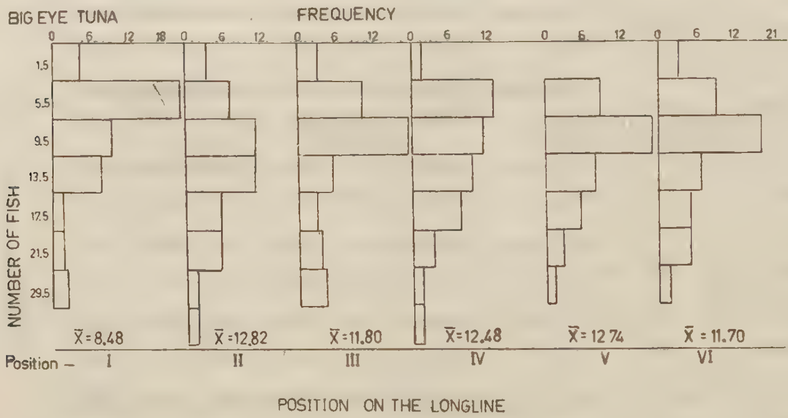


Fig. 6. Frequency distribution of big eye tuna caught by the six positions of the set.

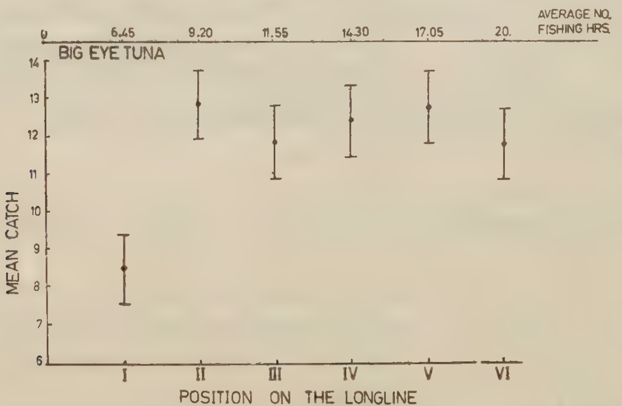


Fig. 7. Relation between mean-catch and position on the longline, in the case of big eye tuna. The 95% confidence limits are also shown.

Table 3. The results of the analysis of variance in the mean-catch values of the big eye tuna caught by the six portions of the set.

Curise		Position on the Longline						Number of Operations	Basket Number	F_0
		I	II	III	IV	V	VI			
Sagami Maru	Mean. Var.	8.48 2.01 ×4²	12.82 3.16 ×4²	11.80 2.95 ×4²	12.48 2.91 ×4²	12.74 2.53 ×4²	11.70 2.37 ×4²	47	400	2.89*

data of one large cruise in the South Pacific Ocean, with a very high catch. The result showed significant variation but the general tendency was not the same as that observed in the case of yellowfin tuna (cf. Figs. 6 and 7, Table 3).

(c) *Effect of schooling or aggregating habit of tuna on the variation of mean catch made by different portions of the longline.* During this study it was observed that high catch of tuna may occur in the beginning, middle or last portion of the longline, when hauling. This is due to the habit of schooling or aggregation. The effect of this habit on the variation of tuna catch along the longline was examined by determining frequencies of very low and very high catch made by portions I, II and III, during the eleven cruises (Fig. 8). For all the kinds of fishes hooked, the frequencies in the three portions differed from each other very significantly. Even though the mean catch values for yellowfin tuna show a tendency to increase from the first hauled up end of the line towards the last hauled up end, twenty percent of the operations in the Indian Ocean show high catch in the first hauled portion (Portion I) of the gear and in almost all these cases the catch dropped toward the last hauled portion of the gear. Such a result is the reverse of that normally expected from the effect of soaking time. In the case of big eye tuna this habit is considered to be more effective than in the case of yellow fin tuna (cf. Figs. 4 and 7).

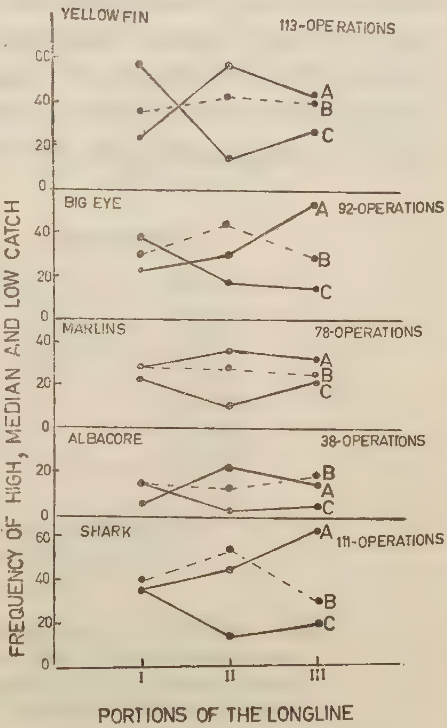


Fig. 8. Frequency of occurrence of high, median and low catches of each kind of fish, in the three portions of the longline set. A—High catch, B—Median catch and C—Low catch.

Result of analysis

(a) No significant variation of yellowfin catch with increase of soaking time was observed from the analysis of hooked rate versus soaking time. However the tendency for variation appears to be high when the catch made by the last portion of the gear (portion VI) becomes poor (cf. Table 2). The catch made during the eight cruises in the Indian Ocean shows very clearly a tendency in the yellowfin catch to reach a maximum value in a portion of the longline other than the last hauled up one (portion VI). Albacore and marlins also seen to exhibit this phenomenon. Attempts to calculate the soaking time for the maximum yellowfin catch, using the equation.

$$T=\frac{I}{c-a-b}\left(\log\cdot e^{\frac{c}{a+b}}\right) \tag{1}$$

(Murphy[3]), T=Time of maximum catch, a=Instantaneous loss of bait by means other than b. b=The instantaneous rate of hooking fish. c=Instantaneous rate of loss of hooked fish.) could not be carried out because, records of the status of each hook, or even the number of undisturbed bait returned are also not available. But even if these data were available for analysis, there is a problem lying in the fact that the yellowfin catch curve shows no tendency to pass through the zero-zero origin of the catch versus time graph, when an extrapolation was attempted (Fig. 9). This deviation from the expected result and also the insignificance in the variation of the catch

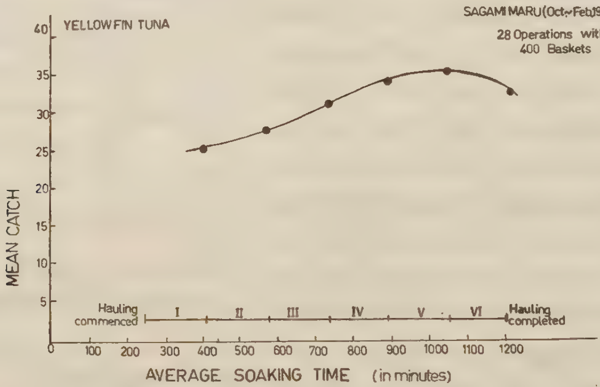


Fig. 9. Relation between mean-catch of yellowfin tuna and the soaking time, for 28 operations carried out with the same number of baskets, at the same station and their soaking time was almost the same. The curve was fitted purposely to show the absence of any tendency to approach zero on extrapolation.

made during each cruise, with increase of soaking time leads to the a probability that a fair amount of the yellowfin tuna were hooked when the gear was sinking to the settling depth or when being hauled to the surface. Infact evidence of yellowfin being hooked in very shallow water (Surface and 40 meters) have been recorded during longline operations (Kanagawa Exp. Fish. Res. Lab., yet to be published). Both yellowfin and big eye tunas are presumed to ascend to the shallow layer at night, but the former is considered to be more active in the day time where as the latter is thought to be so at night (H. Watanabe 1958[4]). Reintges and King also showed that yellowfin tuna is not definitely a night feeder. During all the cruises discussed in this paper, the operations were commenced early in the morning and completed late in the night and therefore it is very likely that the vertical migration of the tunas would have some effect on the longline catch. Though the catch for a definite soaking time cannot be correctly estimated by the equation:—

$$Z_t = A\left[\frac{b}{c-a-b}(e^{-(a+b)t} - e^{-ct})\right] \tag{2}$$

(MURPHY[3], A=total no. of hooks, Z_t=catch for time t, others same as in the former eqn.) because of the deviation of the experimental results from the expected results as mentioned above, indications of existence and the magnitude of the effect of the behaviour of the tuna could probably be estimated by fitting the second equation to the experimental results. In the absence of sufficient data for such analysis, an approximate estimation of the effect of behaviour on the catch was made by locating the position of high catch on the longline and determining the time of setting and hauling that part of the line. The result (Fig. 10) indicates the frequency of

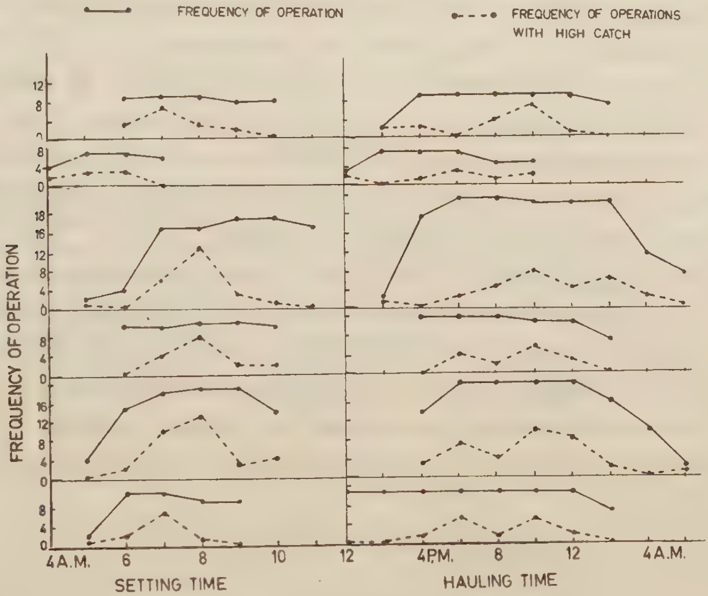


Fig. 10. Frequency at which high catch tends to occur in relation to the time of setting and the time of hauling up of the baskets.

operations with high catch tending to be high during certain time of the morning and night, in relation to the setting and hauling time, respectively. It is difficult to draw definite conclusion because of the approximate values of the time factor used. However there is very little doubt about the effect of the time of the day on the catch.

(b) The big eye tuna catch made by the three portions, I, II and III on the longline, shows the maximum in portion III (Fig. 3). The activity of the tuna being high at night, the catch made by the position of the line in water at night was also high. Even when the number of portions were increased from three to six, the decline in the catch at the last hauled end of the gear was comparatively much smaller in the case of big eye tuna than in the case of yellowfin tuna.

The tendency for the yellowfin catch to decline considerably, beyond a certain position on the longline, is probably due to the cumulative effect of the following factors

(1) *Loss of bait.* The soaking time increases in the direction of hauling and further the baits generally used are preserved ones. The effect of oceanographical condition on these two conditions may result in a greater loss of bait at the end of the gear which remains in water for a longer period. Even if a significant number of baits are not lost by dropping off the hooks, the condition of the bait or its visibility may become poor to tempt the tuna. Further, it is gathered from the experience of fishermen that as much as 30%. Of the baits may be lost in rough weather. It would be difficult to estimate a value for these loss because the rate of loss will not always be constant.

(2) *Loss of catch.* The hooked tuna commonly fall a prey to predators like the shark and in addition the quick death of the hooked tuna results in the retention of the dead fish under water for as much as twenty hours. The extent to which loss of catch through predation, movement of the gear in water and other factors can be estimated only after further study has been made.

(3) *Displacement by fishes other than tunas.* A study of the entire catch made during the longline operations shows that the ratio of the catch of undesirable fishes to the catch of tunas increases towards the last hauled end of the gear (Fig. 11). An undersirable fish hooked would technically amount to a bait lost. Increase of undersirable catch with soaking time causes an uneven reduction of the fishing power of the gear to catch tuna. Even though small its effect cannot be overlooked.

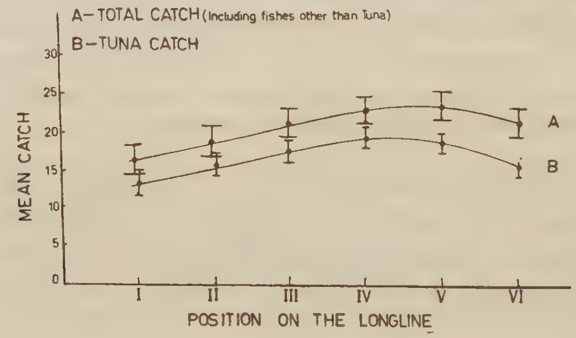


Fig. 11. Comparison of the variation of mean catch values of the tunas caught, with those of all the fishes caught, in relation to the position on the longline.

Summary

The soaking time increases in the direction of hauling.

There is no signification variation of yellowfin catch, with increasing hours of soaking.

Probably a fair amount of yellowfin tuna are hooked when the gear is sinking to the settling depth or when being hauled to the surface.

The yellowfin catch has a position of maximum catch, on the longline. Probably albacore and marlins also do so. But big eye tuna does not show such a phenomenon very clearly like yellowfin.

Schooling or aggregating habit of yellowfin is capable of nullifying the effect of soaking time on the longline catch.

Probably there is some variation in the tuna catch with the time of the day.

Behaviour of tuna has a major effect on the longline catch. Probably this factor exhibits greater effect on the big eye tuna catch than on the yellowfin catch by longline.

References

1) SHAPIRO SIDNEY: Com. Fish. Rev. 12 (4) pp. 1-26.
2) BARNES and MARSHALL: Mar. Bio. Assoc. 30 (2) pp. 233-263.
3) G. I. MURPHY: Journ. Fish. Res. Bd. Canada, 17 (1) 1960 pp. 33-40.
4) H. WATANABE: Rept. Nank. Reg. Fish. Res. Lab. Vol. 7, 1958, pp. 72-81.
5) KING and IKEHARA: Fish. Bull. No. 108, Vol. 57, 1956, pp. 61-85.
6) G. I. MURPHY and ELLIOT: Sp. Sc. Rpt. 119, pp. 1-29.
7) T. KAWASAKI: Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., No. 12, 1958, pp. 46-72.
8) SNEDECOR: Statistical methods, Iowa State College, 526 pp.

巾着網の網成りと環綱に働く張力について

石 井 一 美・小 長 谷 庸 夫

(1961 年 7 月 13 日受理)

ON THE FORM AND THE TENSION OF PURSE LINE OF A PURSE SEINE

Kazumi Ishii and Tuneo Konagaya*

In order to find out the most fruitful method for studying the state of the purse seine in operation, the test were made in the water with under-water current on 1/150 and 1/50 scale models by Tauti's principle and the real seine.

The results obtained from those experiments are as follows:

1) As shown in Fig. 1 the force acting on the corkline was concentrated chiefly on wings and back (Max; 10 kg/m).

2) From the model experiments, the tension of the purse line in operation depends on under-water current. In actual observations the tension was 150 kg in setting, 325 kg in hauling and 1750 kg in surfacing. Those figures confirm the results obtained from the model experiments.

3) The sinking velocity of the bottom margin was about 7.0 m/min and the sinking depth of the net foot was almost 102 m.

4) As shown in Fig. 5 the normal transformations by operation of the net were influenced by the current, and the conditions most favourable for operation were Type A (no current), and B (mashio).

巾着網の網成りと締結に要する力および網の沈下の模様などを知るために従来は模型実験の方法が用いられたが[1),2),3)]，このごろでは実物網についても直接測定が試みられるようになつた[4)]。

ここでは締結中の浮子の配置と環綱の張りから網成りを判定する手がかりをえるため，三重県錦港で夜間アジ，サバを漁る目的で操業される Fig. 1 および Table 1 に示すような構成の巾着網について，1/50 と 1/150 の模型を用いて浮子に必要とする浮力，底潮のない場合とある場合における環綱にかかる張力および

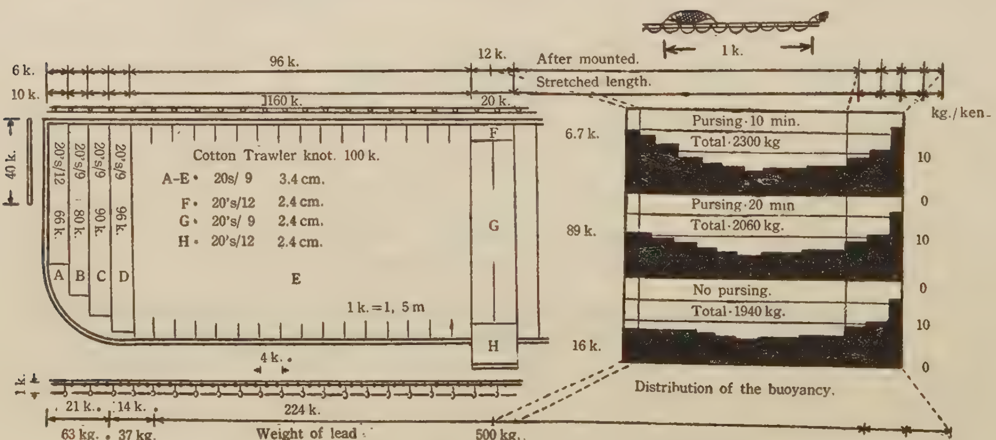


Fig. 1. Construction of purse seine, with the bouyancy values measured at each part.

* 三重県立大学水産学部(Pref. Univ. of Mie, Ootanimachi, Tsu, Mie Pref.).

Table 1. Fishing boats and seine.

Fishing boats. 16.6 ton diesel 75 HP. 2 boats equipped with wireless telephone.
Light boats. 2.5 ton 30 HP. 2 boats equipped with 7 KW generater and fish-finder.

		Full scale	1/50 Model	1/150 Model	Note
Scale	Webbings	——	$D'/D''=L'/L''=1$	$D'/D''=L'/L''=0.51$	
	Force	——	$F'/F''=3.9\times10^{-4}$	$F'/F''=2.3\times10^{-5}$	
	Rope	——	$D'/D''=0.14$	$D'/D''=0.06$	
	Time	——	$T'/T''=0.02$	$T'/T''=0.01$	
	Speed	——	$V'/V''=1$	$V'/V''=0.71$	
Ropes	Cork line	12 mm Manila 382 m	1.7mm Manila 760cm	0.7 mm Cotton 253 cm	Double
	Lead line	〃 〃 440 m	〃 〃 880cm	〃 〃 292 cm	〃
	Selvage line	〃 〃 60 m	〃 〃 120cm	〃 〃 43 cm	〃
	Bridle	〃 〃 6 m	〃 〃 12cm	〃 〃 4 cm	
	Purse line	15 mm Wire rope.	2.0mm Wire rope.	0.3 mm Nylon*	
Webbings	(A)	Cotton 20's/12 34mm	Cotton 20'/12 34 mm	Cotton 0.44 mm, 1.7 mm	Diameter of the thread and mesh size.
	(B)····(D)	〃 20's/9 〃	〃 20'/9 〃	〃 0.37 mm, 〃	
	(E)	〃 〃 〃	〃 〃 〃	〃 〃 〃	
	(F)	〃 20's/12 24mm	〃 20'/12 24 mm	〃 0.44 mm, 1.2 mm	
	(G)	〃 20's/9 〃	〃 20'/9 〃	〃 0.37 mm, 〃	
	(H)	〃 20's/12 〃	〃 20'/12 〃	〃 0.44 mm, 〃	
	Salvage	〃 20's/30 38mm			
Others	Float	Rubber: bouyancy 10 kg × 252	Total bouyancy 1000g	Total bouyancy 61g	Apparent weight: Full scale
	Sinker	Lead: 375g total 700 kg	Lead: 274g	Lead: apparent weight 23.2g − 10.1g = 13.2g	Lead: 640 kg *Wire: 316 kg
	Ring	Ring: 10 mm Diameter, iron 15 cm Ring	3 mm diametral ring 74 (weight was negligible)	(brasy ring's apparent total weight 10.1g)	Ring: 10 kg Model: 23.2g

網成り，とくに網裾の沈み方を調べ，さらに操業中環綱に働く張力と沈子綱の沈降状態を検討した。

まず田内博士の比較法則[5]にしたがつて仕立てられた 1/150 模型に浮子として 10cm ごとに直径 16mm (浮力 1.34g ± 0.03g) および 12mm (浮力 0.56g ± 0.05g) のセルロイド球をとりつけ，締結中丁度浮子が水面すれすれに潜るように浮子の数を加減することによつて締結するとき浮子綱の 10cm ごとに働く力を測定した。えられた結果を実物網に換算すると Fig. 1 に示すようになる。

これによつて浮子綱を引き下げる力は両袖と魚捕りとに強く，締結開始前には魚捕りに 1 間あたり 7.9kg，袖に 10～16kg，中間で 6.4kg だが締結しだすと浮子綱を引き下げる力が特に魚捕りに加わり，10 分で締結を終るばあいには 14.9kg に達する。

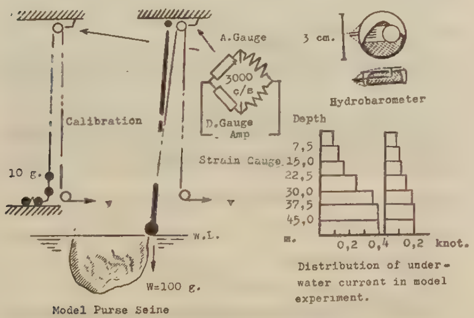


Fig. 2. Schematic sketch of the experimental apparatus.

網裾が 15m の深さから 15m ずつ沈下する時間を調べたところ網裾の沈下するようすが Fig. 3 のようでほぼ毎分 8.5m の速さで沈降する。

また同じ図に Strain gauge 応用の水深計によつて，1/50 模型を用いて調べた結果を示す。

任意の流速がえられる水槽の表層に囲を浮べ，天井からこの囲内の水面に円い金枠を吊り下げ，この金枠にヒューズで模型をとめ，このヒューズを電気的に切ることによつて魚捕部から投網した。Fig. 2 でみられるように，天井から長さ 2m，太さ 2mm の針金によつて，100g の環つきの錘を吊し，Strain gauge の pic up を固定して，これに滑車を取付けこの環と滑車を通して，モーターによつて環綱を締結した。

Straih gauge の交流出力をブラウン管オッシログラフの垂直軸に入れて約 0.5cm/sec の速さで掃引させ，開放された 35mm カメラでオッシログラフの振れを記録し，実験の前後に 10g の錘 10 個を 10cm

間隔で取りつけた糸を締結の速さで引き出したときのオッシログラフの記録を用いて環綱に働く張力を測つた。

測定の結果は Fig. 4 のようで，環綱にかかる張力は，締結の速度によつて大差なく，締結の終りごろには，2ton を少し越えること，および底に真汐があるばあい張力が幾分増すことがわかる。

網成りを測定するため上方と側方から 8mm シネカメラによつて毎秒 8 コマの速さで撮影し，その結果と環綱にかかる張力との関係を Fig. 5 に示す。

締結開始の水深はほぼ 30m で 0.4 ノットの潮流の下では締結開始時すでに潮流の影響を受け，投網 10 分後には締結も半ば進むが潮流による網成りの変化も大きく，底に真汐があれば魚捕りが大きくふくらみ，逆汐があれば魚捕りがふき上げられ，横汐があれば網成りの歪が目立つ。

山下[6] は九州北西域における揚操網の漁獲高から，投網時の網成りと漁獲高などの関係を検討して，風を網側舷から受け，潮流を反対舷から受ける真汐のばあい，網成りが正常で漁獲高も多く主として潮流によつて決定されると述べているが，模型の網成りからもこのことがうかがわれる。

実物網については，Fig. 6 に示すように，漁船の環綱捲上用デリックに取りつけられた滑車のフックの歪を Strain gauge によつて測定し，張力試験機*によるフック歪感度および操業中の環綱の角度によつて修正して環綱に働く張力を求めた。別に環締中の魚探の記録紙上で網裾の水深を検討した。Fig. 4 の (5) および Fig. 6 は 1961 年 2 月 17 日 5 時～7 時，忠康丸 (16.63 Gt 73 IP) (旭鱗網**使用漁具構成は Fig. 1 と同じ) が尾鷲湾 3 マイル沖 (水深 145m，海況は静穏，風力 3，水温 16°C) で風を船側から受けて行なつた操業中の測定結果である。これらによると環綱に働く張力は投網中 150kg，揚網を開始すると 325kg，環が集り始めると 600kg になり，環が引揚げられ始めると次第に張力が増し 1750kg に達し，環が集るころの網の最深部は 102m に達することがわかる。

Fig. 4 の (5) で環締開始後 5 分 10 秒ごろに軽度の環喰いが起つたものと推定されるが，環綱がほぼ最大水深に達するのもこのころであることが Fig. 6 でわかる。このころには両裾から魚捕りの方に環が網裾を引張つて集合するために環喰いが起り易いのであろう。魚探の記録によると沈子綱の沈下の速さは 10.4 m/min，平均 $\frac{102-67}{5}=7.0$ m/min である。

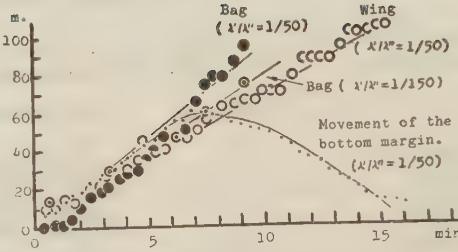


Fig. 3. The depth of the lead line in relation to time.

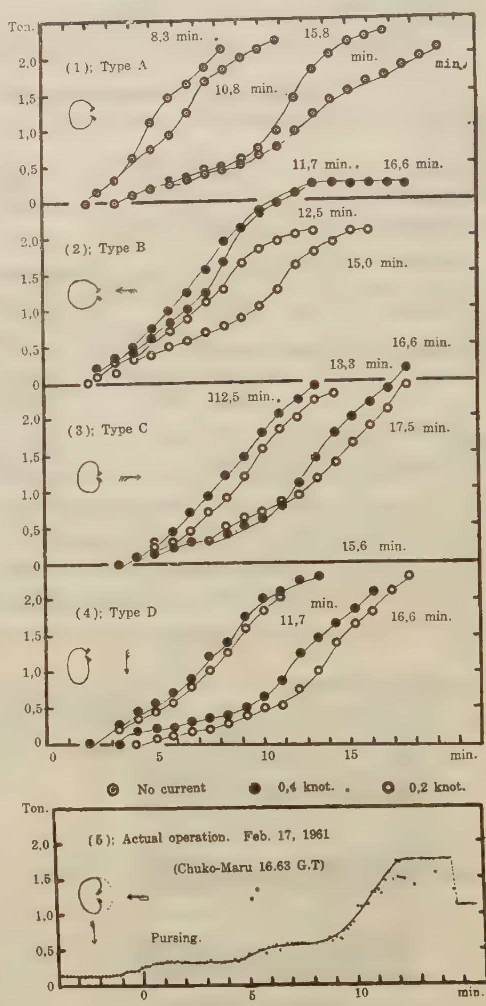


Fig. 4. The tension of purse line in relation to time.

* 東洋精機 Universal Tester T. 3151 号 (Cap. 5 ton)
** 沈降速度: 綿糸 20's/12本 長さ 2cm, 3.2cm/sec (合成繊維漁網綱 p. 56)
旭鱗 20's 相当 12本 長さ 2cm, 4.3cm/sec

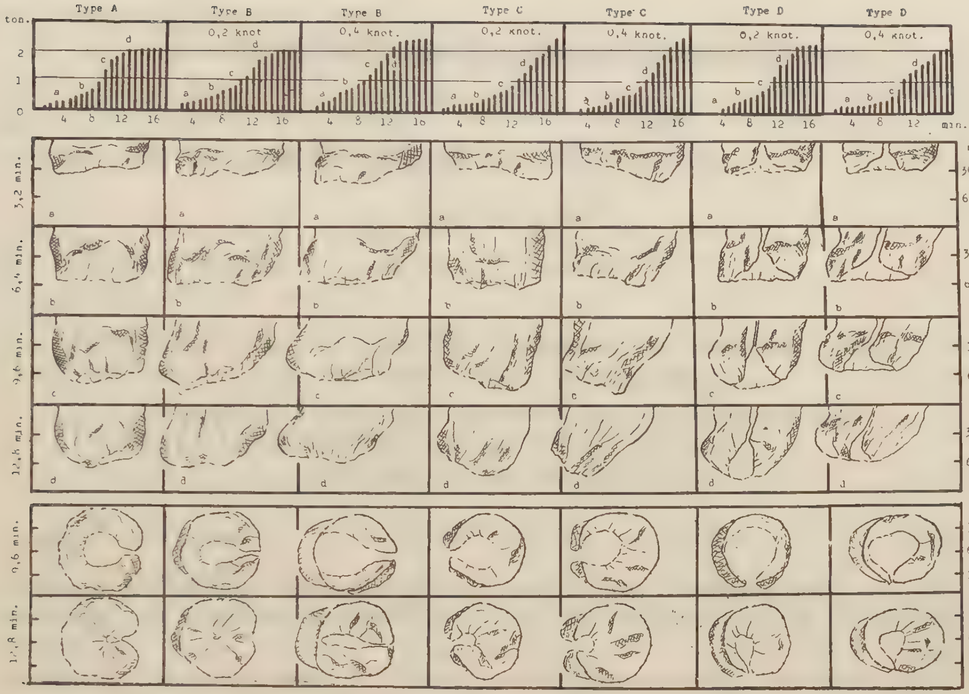


Fig. 5. Transformation of the net and change in the tension of the purse line. a, b, c, and d in the graph corrspond to each stage of the net in figures.

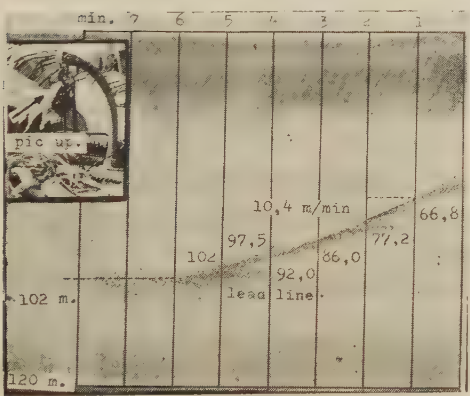


Fig. 6. Showing the sinking movement of the lead line, (Furuno S 206 fish finder) and the pick-up for the Strain gauge.

締結中の環綱の張力と沈子綱の沈降の速さについてのかなり正確な所見が模型によつてえられることは上記の結果で肯定できよう。もつとも近藤・浜田の模型は小さすぎる沈子綱の速さを示したが，同じ網でも投網時のいろいろな条件によつて網の沈下の具合が異なるのは当然のことだから今後さらに実物観測と模型試験とによつて，網裾の沈降の速さに対するいろいろな条件の影響を調べたい。

終りに御懇切なる御指導ならびに御校閲を賜つた東京水産大学名誉教授田内森三郎博士，電気抵抗線歪計の製作にあたり御指導をいただいた東京水産大学 近藤仁教授に対し心からの感謝を捧げる。

実験にあたり御配慮いただいた錦漁業組合長，谷口遼太郎氏を始め大矢栄山，中世古文治，大西信之，谷口守幸，谷口正平の諸氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

1) 宇野道夫： 本誌，**4** (3)，(1953).
2) 井上 実： 本誌，**19** (9)，(1954).
3) 飯高勇之助： 本誌，**20** (7)，(1954)； **21** (1)，(1955)； **21** (7)，(1955)； **22** (7)，(1956).
4) 近藤・浜田： 本誌，**26** (3)，(1960).
5) M. Tauti： 本誌，**3** (4)，(1934).
6) 山下秀夫： 本誌，**27** (1)，(1960).

魚類筋肉内燐化合物の生理化学的研究—VI.

飼育水に塩化アンモニウム，塩化ナトリウムを溶入した場合の燐化合物の変動

中　野　智　夫

(1961 年 6 月 8 日受理)

STUDIES ON THE PHYSIOLOGICAL CHEMISTRY OF PHOSPHORUS COMPOUNDS IN FISH MUSCLE—VI.

THE EFFECTS OF AMMONIUM CHLORIDE AND SODIUM CHLORIDE IN WATER ON PHOSPHORUS COMPOUNDS IN FISH MUSCLE

Tomoo NAKANO*

The aim of this research is to know how the qualities of water, especially the contents of ammonium- and sodium chloride therein, affect on physiological function of the phosphorus compounds in fish muscle.

Experiments were carried out using gibel at 22～27°C of water temperature. The results are summarized as follows:

1) 0.01～0.05 M ammonium chloride soon caused the decrease of 7′P and CP with an inclination of rise of IP in the muscle, but 0.02～0.05 M sodium chloride had very little effect on them. Thus the effect of ammonium ion on fish was stronger than that of sodium ion so far as to the change of amount of phosphorus compounds in muscle is concerned.

2) There are no remarkable differences in the post-mortem changes of 7′P and CP in meat between the fishes reared in the presence and absence of ammonium chloride, respectively.

魚類筋肉内燐化合物の生理機能に対する水質の影響，特にその無機化合物の作用性については，基本的には多数の化学物質を用いて研究しそれを綜合的に検討しなければならない。本研究においてはその緒として塩化アンモニウム，塩化ナトリウムを用いてその影響を検討した。

研究を行なうにあたり終始御懇篤な御指導をいただいた東北大学農学部土屋靖彦教授に衷心より御礼を申し上げる。

実　験　の　部

実験材料：ほぼ同じ大きさのフナ，*Carassius auratus* LINNÉ (平均体長：11.9 cm，平均体重：40.0 gr) を用いた。

実験方法：まづ塩化アンモニウムの濃度はヤマメを用いた高安[1]，キンギョを用いた POWERS[2]，コイを用いた HASELHOFF[3] 等の研究を参考にして 0.01 M, 0.02 M, 0.05 M のものを用いた。これらの濃度の溶液にフナを放養し Fig. 1 に示す時間毎に 4 尾づつとりあげ頭部撲殺し直ちに頸部から採肉し測定の試料とした。

塩化ナトリウムの濃度は塩化アンモニウムの影響と比較する意味で 0.02 M と 0.05 M のものを用いた。

* 聖霊女子短期大学家政学研究室 (Department of Home Economics, Holy Ghost Junior College, Akita City, Tomoo Nakano).

なお，本実験中の水温は 22.0°～23.5°C である。

次に，塩化アンモニウム溶液に放養したことが死後変化におよぼす影響の研究の際は，水温は 25.0°～27.0°C で行ない，撲殺後のフナは 0°C に冷蔵し Table 1, Fig. 2, 3 に示した時間毎にとり出して測定試料とした。

燐化合物の抽出および定量方法は前報[4] と同じである。

結果および考察

〔I〕 塩化アンモニウムの影響

結果は Fig. 1 に示すごとくである。

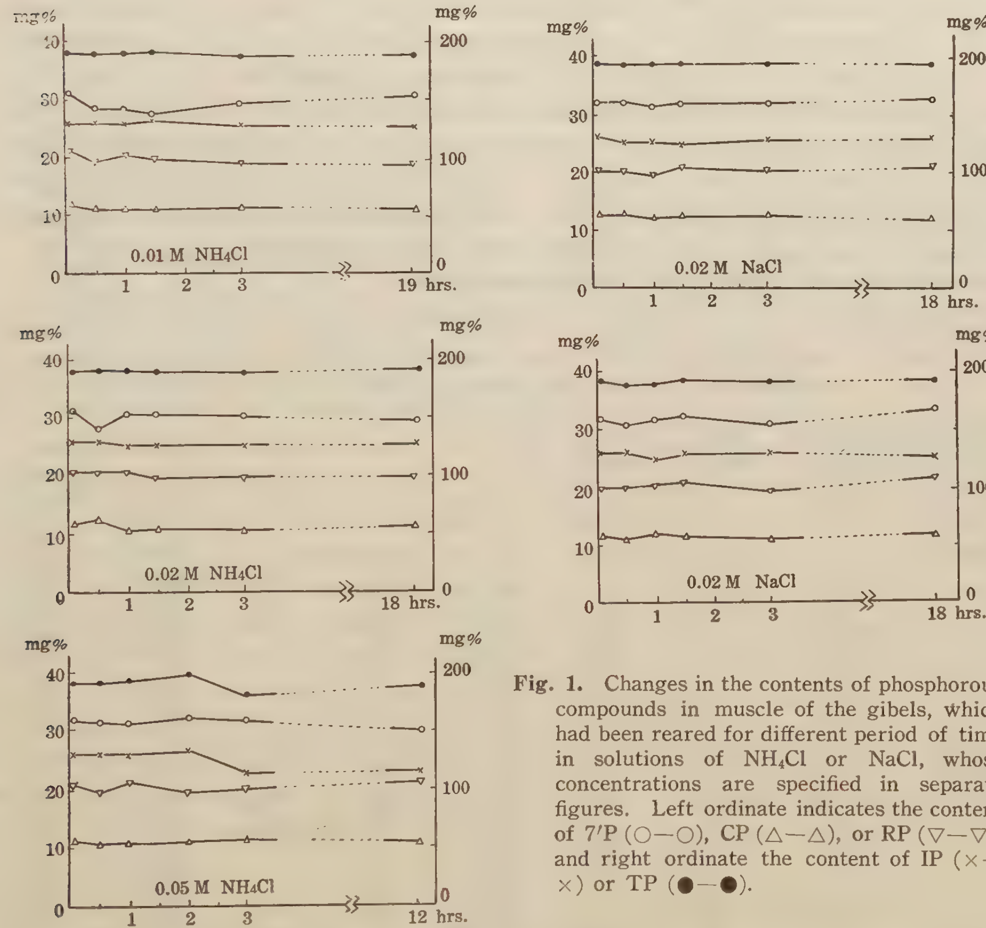


Fig. 1. Changes in the contents of phosphorous compounds in muscle of the gibels, which had been reared for different period of time in solutions of NH_4Cl or NaCl, whose concentrations are specified in separate figures. Left ordinate indicates the content of 7′P (○—○), CP (△—△), or RP (▽—▽), and right ordinate the content of IP (×—×) or TP (●—●).

まづ 7′P について見ると，0.01M 溶液に放養したものは始めの 90 分間は 31mg% から 27mg% へとゆるやかな減少を示しその後再び回復する傾向がある。一方，0.02M 溶液のは始めの 30 分間に減少しその後回復に向い，0.05M 溶液のものもほぼこれと同じ傾向を示している。CP もまた 7′P とほぼ同じ変動を示した。IP は 7′P, CP の減少・増加と対照的に増加・減少する傾向がうかがわれるが，しかしそれは必らずしもはつきりした相関関係を示してはいない。これについては，7′P, CP の燐酸の遊離機構およびその受容体の有無など多くの複雑な要因が考えられ，今後の検討を要する点であると思われる。しかし上に述べたように，フナが棲む水中に少なくとも 0.01M の濃度で塩化アンモニウムが溶存する場合には直ちに燐

化合物に変動を起させる影響を示すのは特にアンモニウム塩の示す毒作用[5),6)]のためであろう。もつとも，外部的な観察ではこの程度の濃度の毒性に対してフナが特記するほど明瞭な反応を示さなかつた。

〔II〕 塩化ナトリウムの影響

上に述べたように塩化アンモニウムを水に溶入させると，それが魚の筋肉燐化合物に影響をおよぼすことがうかがわれたので，その効果が NH_4^+, Cl^- のいづれによつて強くもたらされるかを検討するため次に塩化ナトリウムを用いて実験を行なつた。結果は Fig. 1 に示す。

これによると 0.02M, 0.05M 塩化ナトリウム溶液中ではフナ筋肉の燐化合物は量的にほとんど影響を受けなかつた。殊に塩化アンモニウム溶入の際に直ちに見られた 7′P, CP の減少傾向は見られない。このことはまたTPに対する各燐化合物の割合の動きから見ても言えることであるが，これをより詳細に検討すると，塩化ナトリウム溶液の場合の 7′P 最大減少量は 0.05M, 180 分の 1.5mg% であるのに対して，塩化アンモニウム溶液の場合は 0.01M, 90 分の 3.9mg%で後者が大きな値を示している。前者の値は本研究第 II 報で述べた個体差から来る誤差範囲に入るが，後者の場合はその範囲外の値となつている点が注目される。即ち，此の際水質が魚に対して示す作用機構が溶質のイオンに由来するものであると考えると，両溶液の燐化合物変動への影響の差異はナトリウムイオンとアンモニウムイオンとの魚類への作用能の差に相当するものと考えられる。アンモニウムイオンがどうしてこのような効果をもつかは明らかでないが，例えば 2,6-*diaminopurine* が筋肉内に蓄積すると ATP 系物質の代謝に障害を生ずると言われて居る[7)]ことを参考にするとアンモニウムイオンの毒性が 7′P 変動の原因となることもあり得るのではなかろうか。

〔III〕 塩化アンモニウムで影響を与えたフナ肉燐化合物の死後変化

魚が棲息する水に塩化アンモニウムを溶入させると筋肉内燐化合物特に高エネルギー燐化合物が量的に影

Table 1. Post-mortem change of various phosphorus compounds in a muscle of gibel stored at 0°C. The fish was reared in a solution of ammonium chloride.

Concentration of NH_4Cl solution and period of rearing	Period of storage at 0°C hours	Body length cm	Body weight gr	IP mg%	7′P mg%	CP mg%	TP mg%	RP mg%
Blank	0	11.2	34.8	121.4	31.4	11.3	184.1	20.0
	5	12.0	41.3	118.5	31.2	10.0	180.5	20.8
	8	11.5	37.4	130.4	30.3	5.8	188.6	22.1
	16	11.5	38.9	146.8	19.5	0.3	189.3	22.7
	20	11.3	36.0	157.8	12.7		197.0	26.5
	24	12.2	43.4	156.0	16.1		196.7	29.6
	48	11.3	38.2	167.8	2.7	0	202.6	32.1
	64	12.0	42.5	170.2	1.2	0	205.8	34.4
	72	12.2	43.3	169.9	0.5	0	204.4	34.0
0.01 M 90 min.	0	11.5	37.5	124.6	28.8	12.1	185.2	19.7
	5	12.0	41.4	131.2	30.0	10.4	191.3	19.7
	8	11.8	40.4	131.5	26.7	4.0	184.0	21.8
	16	12.1	43.5	148.7	16.6	0.3	189.8	24.2
	20	11.8	41.0	150.0	16.3		195.3	29.0
	24	10.9	30.6	158.2	10.5	0	198.8	30.1
	48	12.6	48.5	169.4	4.2	0	206.3	32.7
	64	12.0	43.4	172.3	0.5	0	208.2	35.4
	72	11.7	37.6	171.9		0	207.8	35.9
0.02 M 30 min.	0	11.2	33.5	124.2	32.5	10.6	187.4	20.1
	5	12.0	43.1	123.7	25.0	10.0	178.3	19.6
	8	12.3	47.4	129.2	31.8	2.5	184.8	21.3
	16	11.9	38.7	146.6	18.0	1.2	187.9	22.1
	20	12.7	48.0	152.0	11.0		189.7	26.7
	24	11.6	40.3	155.3	10.5		197.2	31.4
	48	12.2	44.5	167.2	1.0		199.6	31.4
	64	11.5	36.9	170.0	0.5		205.7	35.2
	72	13.0	50.6	170.8			205.7	34.9

響を蒙るということを上に述べた。その生存中に蒙つた影響が死後にどんな効果をもつかについて研究した。

第〔I〕項の結果にもとづいて，燐化合物が量的に最も大きく変動した 0.01 M 濃度，90 分の試料（試料Aとする）および 0.02M 濃度，30 分の試料（試料Bとする）を用いて実験を行なつた。結果は Table 1 と Fig. 2 および 3 に示すごとくである。

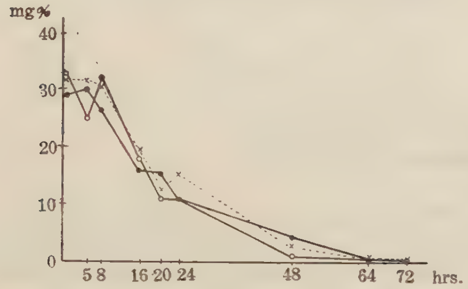


Fig. 2. Post-mortem changes of 7′P content in muscle samples of gibel stored at 0°.C. The fish were reared in 0.01 M NH_4Cl for 90 min. (●—●), and in 0.02 M NH_4Cl for 30 min. (○—○), respectively Sample of muscle was stored at 0°C, the fish being not treated as mentioned above (×····×).

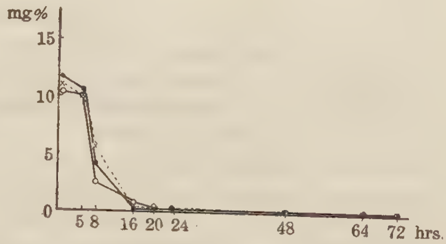


Fig. 3. Post-mortem changes of CP content in muscle samples of gibel stored at 0°C. The fish were reared in 0.01M NH_4Cl for 90 min. (●—●), and in 0.02 M NH_4Cl for 30 min. (○—○), respectively Sample of muscle was stored at 0°C, the fish being not treated as mentioned above (×····×).

まづ 7′P について見ると，撲殺直後の試料Aは 第〔I〕項の結果から当然予想されたことであるが最も低い値 28.8mg% を与え，次いで対照の 31.4mg%，試料 B は予期に反し 32.5mg% と高い値を示した。これらは時間の経過とともに筋肉内燐化合物分解酵素の作用によつて分解され無機燐酸を遊離するわけである。その際の酵素的分解過程には種々の条件，例えば温度，pH，存在金属イオン，基質の物理的性状等が複雑に関係しその仔細を論ずることはむづかしいが，ここでは一応貯蔵温度は 0°C と一定であり，筋肉内の 7′P の分解性に違いがあるとすればそれは生存中に人為的に与えられた棲息水中の塩化アンモニウム濃度の差に由来するものと考えて考察をして見ることとする。即ち Fig. 2 に明らかなように 7′P の時間的減少は決して直線的なものではなく死後 8 時間は極めてゆるやかな分解が行なわれ，その後 16 時間には最も活発な分解が行なわれる。更にその後は比較的分解がゆるやかになる。一方 CP は BENDALL[8]，TARR[9]，山田[10]および野口[11]が認めているように極めて分解しやすい物質であることは本実験結果からもおよそは感ぜられる。即ち 7′P よりも遙かに早急に消失してしまう。なお，BENDALL[8] はウサギを試料として CP 分解が休息状態における CP 含量の 30% 以下にまで進んではじめて 7′P の分解がはじまることを認めているが，本実験では CP 分解が 7′P 分解に先行することは同じであるが，CP 分解が撲殺直後の CP 含量の 50% 位まで行なわれてはじめて 7′P 分解が活発になるという点でウサギの場合と異なつている。ウサギとフナでのこのような相違は何に原因があるかは不明であるが，陸上哺乳動物と魚類との特異的な肉質の違いのように感じられる。

次に対照試料，試料 A，試料 B の 3 試料について高エネルギー燐化合物の分解性を総括的に見ると対照魚のそれが他の 2 試料に較べて多少おそく，時間的にも長く筋肉内にとどまつている。しかしその差は予期したほど顕著でなかつた。

要　　約

（1） 魚類筋肉内燐化合物に対する棲息水に溶存する無機塩類の影響を検討する緒として，塩化アンモニウムおよび塩化ナトリウム溶液の影響について，フナを用いて研究した。

（2） 0.02, 0.05 M の塩化ナトリウム溶液は何ら影響をおよぼさないが，塩化アンモニウムでは 0.01 M 濃度で放養初期に量的な変化， 特に 7′P, CP など高エネルギー燐化合物の減少が起るかたちで影響する。

しかもこのように放養初期に見られる変動は主としてアンモニウムイオンの影響によるものと考えられ，本実験に用いられた 0.01，0.02，0.05 M 程度の濃度の下では，その変動が時間の経過にともなつて徐々に回復する傾向が見られる。

（3） 魚が生存中に蒙つたアンモニウムイオンによる燐化合物の変動影響が，死後変化の上にもひきつづき影響をおよぼすか否かについて検討した結果，強調するほど顕著な効果はみとめられなかつた。

文　　献

1) 高安三次： 北海道水試報告，70 (1924).
2) POWERS, E. B.: *Illinois, Biol. Monographs*, **4**, 2 (1917).
3) HASELHOFF, E.: *Landwirthschaft, Jahrb. Berlin*, **30**, 583 (1901).
4) 中野智夫： 本誌，**26**, 1192 (1960).
5) 末広泰雄： 魚類生理学の実際，竹内書房 p. 51 (1947).
6) 川本信之： 魚類生理学，p. 138 石崎書店 (1956).
7) CORI, C. F. et al.: *J. Biol. Chem.*, **121**, 465 (1937).
8) BENDALL, J. R.: *J. Physiol.*, **114**, 71 (1951).
9) TARR, H. L. A.: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **7**, 608 (1950).
10) 山田紀作・新間弥一郎： 本誌，**14**, 23, 41 (1948).
11) 野口栄三郎： 日本海区水産研究所研究報告，**5**, 1 (1957).

油焼に対する細菌の影響

冨安行雄・豊水正道

(1961年7月19日受理)

THE INFLUENCE OF BACTERIAL GROWTH ON DISCOLORATION OF OIL.

Yukio TOMIYASU and Masamichi TOYOMIZU*

Much attention has been given to discoloration of oil on fishery products, and it has been pointed out that the reaction between carbonyls in oxidized oil and volatile basic nitrogenous substances resulted in discoloration of oil.

Present paper is concerned with the influence of bacterial growth on discoloration of oil. The authors found that discoloration is promoted by the bacterial growth, and differences in its intensity are observed according to the species of bacteria, among which those of *Vibrio*, *Micrococcus* and *Bacillus* are the most active. In this case, the intensity of discoloration is proportional not to volatile basic nitrogen contents but to peroxide value. Moreover, development of strong discoloration by autoxidation of oil under a sterile condition after longer period than after the periods under existence of bacteria shows that volatile basic nitrogenous substances produced by bacteria are not essential to discoloration of oil. It is therefore reasonable to conclude that discoloration of oil by bacteria is promoted not by production of volatile basic nitrogenous substances but by acceleration of oil oxidation.

脂質の酸化に基づく油焼は高度不飽和脂肪酸の含量が特に多い水産物ではしばしばおこる現象である。この油焼は塩乾魚でもまた冷凍魚でも細菌によつて侵かされ易い腹側の部分から始まるので，油焼には細菌の関与が考えられる。

野中[1]は油焼が脂質の酸化生成物であるカルボニルと蛋白質の分解物である揮発性塩基窒素物との反応に基づくと報告し，また，小幡等[2]は酸化魚油にアンモニアを通じると酸化魚油が急速に褐変すると述べている。

ところが著者の1人豊水[3]は新鮮な卵蛋白質でも37°C，3時間の反応で酸化魚油と褐色の複合体を形成することを報告した。また冷凍多脂魚は鮮度がよく保たれていても油焼をおこすことは周知の事実である。これらのことから油焼には細菌の生成物である揮発性塩基窒素物を必らずしも必要としないようにも思われる。

このように考察すると，先づ細菌の増殖が油焼に関係があるか否かということ，もし細菌の増殖が油焼に影響を与えているならば，次にどのような機構によつて油焼を促進するかということが問題となる。これらの点を解明するために本研究を行なつた。

実験方法

細菌の培養：培地としてはブイヨン培地を用いようと試みたが，肉エキスは甚だしく着色し油焼の判定を困難ならしめるから，肉エキスの1部分を酵母エキスで置換した培地（ペプトン10g，肉エキス1g，酵母エキス1g，食塩5g，水道水1000cc，pH 7.0）を用いた。0.25gのイカ肝油メチルエステル（b.p. 160°～230°C/2.5mm，沃素価194.9，ケン化価179.9，過酸化物価0.12）と0.1gのspan 80との混合物を10cc

* 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

の上記寒天培地に添加し，シャーレに注入して平板培地をつくつた。無菌水に懸濁させた菌液をこれに劃線培養して，30°C，5日後に油焼の判定と過酸化物価の測定とを行なつた。揮発性塩基窒素および酸化還元電位の測定のためには，10cc の上記液体培地にメチルエステルと span 80 とを添加した後に菌を接種し，30°C，5日間培養した。

油焼の判定：シャーレの裏から肉眼観察によつて判定を行ない，油焼のないものは －，疑わしいものは ±，さらに油焼の程度に応じて ＋ から 卅 までの符号で表わした。

揮発性塩基窒素の定量：培地を三塩化酢酸で除蛋白した後，水蒸気蒸留をする富山法[4]によつて 10cc の液体培地中の揮発性塩基窒素量（mg）を測定した。

酸化還元電位の測定：ガラス電極を用いて pH を測定し，飽和甘汞電極を用いて Eh を測定し，この両者から rH を算出した。

過酸化物価の定量：寒天培地に 15g のセライトを加え，乳鉢中でよく混和して脱水した後，ホモヂナイザーを用いて 50cc のクロロホルムで脂質を抽出してから沪過し，沪液に 60cc の氷酢酸を添加した。次いで Wheeler 法によつて 10cc の寒天培地中の脂質が遊離する沃素に相当する $\frac{N}{100}$ $Na_2S_2O_3$ の量（cc）を測定した。

実験結果

供試菌は悪変水産製品中に普通に存在する菌株で Table 1 に示してある。無菌のものは5日後でも油焼を全くおこさないが，菌を接種したものは総て油焼の惹起を示している Table 1 の結果から，細菌の増殖によつて油焼が促進されることは明らかである。細菌による油焼の促進は菌株によつて差異があり，*Vibrio*, *Micrococcus* および *Bacillus* に属するものは促進作用が比較的に強い。無菌のものは6日後に初めて油焼をおこし ± となるが，菌を接種したものでは6日以上経過すると，油焼が次第に甚だしくなり菌株による差異が不明瞭となるので，総ての測定は 30°C，5日培養後に行なつた。

Table 1. Influence of bacterial growth on discoloration of oil.

No.	Days	1	2	3	4	5
31	*Vibrio aquatilis*	－	－	＋	卅	卅
33	*Micrococcus perflavus*	－	±	＋	廾	卅
34	〃 *subflavus*	－	±	廾	卅	卅
35	〃 *subcitreus*	－	±	＋	卅	卅
36	〃 *conglomeratus*	－	－	±	＋	廾
37	〃 *freudenreichii*	－	±	廾	卅	卅
38	〃 *epidermidis*	－	－	－	±	±
39	*Streptococcus liquefaciens*	－	－	＋	廾	廾
40	*Proteus vulgaris*	－	±	＋	＋	＋
42	*Flavobacterium marinum*	－	－	－	＋	＋
43	*Bacillus cereus*	－	－	±	＋	＋
44	〃 *pumilus*	－	－	＋	廾	卅
47	〃 *subtilis*	－	－	±	廾	廾
48	*Escherichia coli*	－	－	－	±	±
C	Control	－	－	－	－	－

Intensity of discoloration of oil: —not detectable, ±; doubtful, ＋; just detectable, 廾; moderate, 卅; strong.

細菌の生産する揮発性塩基窒素量と油焼との関係は Fig. 1 に示したように，揮発性塩基窒素量の少ないものでも油焼は 卅 のものもあり，揮発性塩基窒素量の多いものでも油

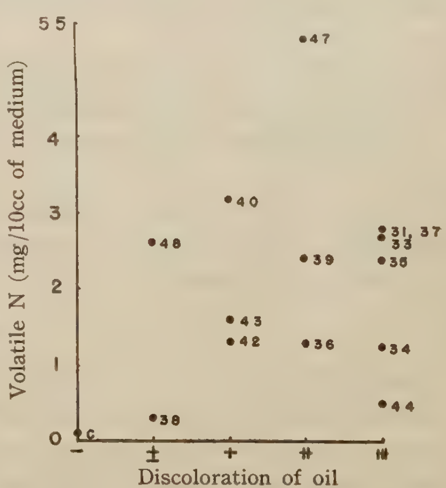


Fig. 1. Relation between discoloration of oil and volatile basic nitrogen.

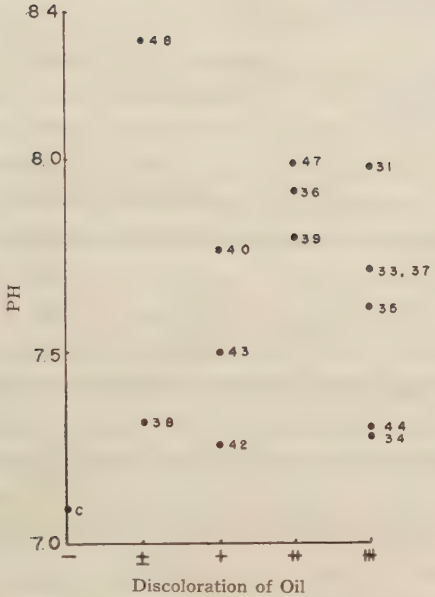


Fig. 2. Relation between discoloration of oil and pH.

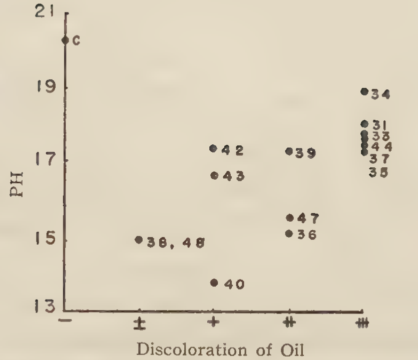


Fig. 3. Relation between discoloration of oil and rH.

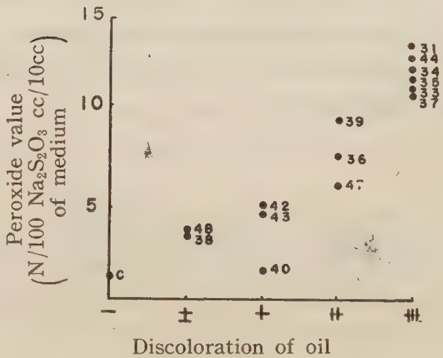


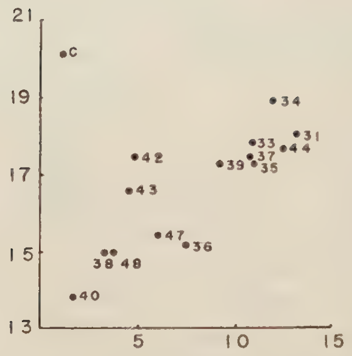
Fig. 4. Relation between discoloration of oil and peroxide value.

焼は ± あるいは + のものもあつて，この両者の間には明らかな関係は認められない。また培地の pH と油焼との間にも Fig. 2 に示したようになんの関係もない。

培地の酸化還元電位は Fig. 3 に示したように細菌の増殖による還元作用のために低下し，その程度は菌株によつて異なり，油焼が 卌 であるものは酸化還元電位が高く，＋ であるものは低い。次に油の酸化は細菌の増殖によつて促進され，Fig. 4 に示したように菌を接種したものは無菌のものよりも大きい過酸化物価を示し，過酸化物価の大きいものは油焼がすすみ，過酸化物価の小さいものでは油焼がすすんでおらず，過酸化物価と油焼との関係は酸化還元電位と油焼との関係よりも明らかで，*Proteus vulgaris* 以外では明らかな比例関係が成立している。

考　　察

細菌の増殖によつて油焼が促進されることは Fig. 1 から明らかであり，その機構は Fig. 4 から細菌による油の酸化促進に基づくと結論される。水産製造品中の油の酸化には YOUNATHAND 等[5] が畜産製品で指摘しているように筋肉中の色素の変化が関与する可能性もあるが，本研究のような *in vitro* の実験では寒天培地中の油の酸化は自動酸化と細菌による酸化とのみによつていると考えられる。油の酸化による過酸化物価と細菌の増殖による酸化還元電位の変化との関係は Fig. 5 に示したように *Flavobacterium marinum* および *Bacillus cereus* 以外ではほぼ比例関係であり，培地の酸化還元電位を低下させる作用の弱い細菌が油の酸化を促進させる作用が強いという結果が得られる。細菌による油の酸化は細菌の酵素によるものであろうが，前述の結果から細菌の環境に対する還元作用の強弱も関与していると考えられる。



Peroxide value
($N/100\ Na_2S_2O_3$ cc/10cc of medium)

Fig. 5. Relation between peroxide value and rH.

細菌による揮発性塩基窒素の生産が油焼とは無関係であることは既に述べた。イカ肝油メチルエステルと，span 80とを添加した寒天培地を無菌的に30°Cに放置したところ，菌を接種した場合と比べて緩慢ではあるが，油焼は徐々に進行し，11日には ＋＋ となり，15日には ＋＋＋ となる。これらの状態における過酸化物価はそれぞれ 11.1, 15.7 で，菌を接種した場合よりもやや大きな値を示しているが，細菌の生産する揮発性塩基窒素が存在しなくても日数を経過すれば油焼は菌を接種した場合と同程度まで進行することは明らかである。

摘　　要

1. 油の酸化に基づく油焼に対する細菌の影響を検討した。

2. 油焼は細菌の増殖によつて促進される。この促進作用は菌種によつて異なり，*Vibrio*, *Micrococcus* および *Bacillus* に属するものはその作用が強い。

3. 油焼が細菌の増殖によつて促進されるのは細菌による油の酸化に基づくもので，油焼には必ずしも揮発性塩基窒素を必要としない。

文　　献

1) 野中順三九： 日水誌，**21**, 1250 (1956).
2) 小幡弥太郎・星　勝之助・松野宏一： 日水誌，**15**, 412 (1949).
3) 豊水正道： 日水誌，**27**, 323 (1961).
4) 富山哲夫・井出克己・秋山　勉： 日水誌，**17**, 191 (1952).
5) YOUNATHAND, M. T. and WATTS, B. M.: Food Research, **24**, 728 (1959).

ISOLATION OF A PHOTODYNAMIC AGENT FROM THE LIVER OF ABALONE, *HALIOTIS DISCUS HANNAI**

Yoshiro Hashimoto and Junzô Tsutsumi**

(Received July 25, 1961)

A peculiar dermatitis of cats and human beings induced by ingestion of the abalone viscera has been demonstrated by the present authors[1] to be a typical photosensitivity disease.

On the basis of origin or function of photosensitizing agents, Clare[2] has classified the dietary photosensitivity into two distinct categories, primary type and hepatogenous one. In the former, photodynamic agents are all fluorescent pigments, such as hypericin, fagopyrin, phenothiazine derivative or chlorophyll derivatives. In the latter, the primary cause is liver damage or dysfunction, mainly due to hepatoxin from some plants, and the liver derangement then gives rise to bring about a photosensitizing pigment, phylloerythrin, in the peripheral circulation of affected animals. To any attempts at treatment or prevention of the abalone viscera poisoning, the type determination may be fundamental and should be attained by both pathological examination of sensitized animals and chemical study of photodynamic agent.

The present paper deals with anatomical observation of sensitized rats, a biological assay method and isolation of the green photodynamic pigment which is intensely red fluorescent and postulated to be a chlorophyll derivative.

Experimental and Results

1) Materials

The liver of abalones, *Haliotis discus hannai*, which were collected at Omoe in Miyako City in May, 1960 and late in April, 1961, was used as materials. When examined by the standard method described below, the both samples were similar in photodynamic activity.

2) Gross anatomical observation of sensitized rats

At autopsy the internal organs including the liver of highly sensitized rats were quite normal, unless they were not exposed to sunlight previously. This may suggest that the photosensitivity in question is not the hepatogenous type but the primary one. The rats in a dying condition after irradiation, on the other hand, revealed pronounced changes, such as darkening of the liver, kidney and spleen, enlargement of blood vessels in liver, swell of spleen, and abnormal shrinkage of lungs.

---

* Studies on marine biotoxins. IV.

** Laboratory of Fisheries Chemistry, Faculty of Agriculture, the University of Tokyo.
(橋本芳郎・堤淳三；東大農学部水産化学研究室)

3) A biological assay method of photosensitizing agent

a) Apparatus to test photosensitivity: In the previous work, sunlight was used as light source, but its irregularity and changing intensity, often from minute to minute was a drawback. It was, therefore, replaced by an artificial light source which supplied rays of a constant intensity regardless of atmospheric conditions. After several preliminary tests, the following apparatus was set up. As shown in Fig. 1, three 200 W tungsten lamps of reflector-type (made by the Iwasaki Elec. Co. Ltd.) are arranged at 50 cm. distance from the bottom of a rough cage having a septum to accommodate a pair of rats. To remove ultraviolet rays and heat, rays from lamps are filtered by a flat cell, the bottom of which is consisted of ordinary window glass 2 mm. thick. In the cell, water is forced to pass through slowly and continuously in 1.8 cm. depth, to prevent rise of temperature.

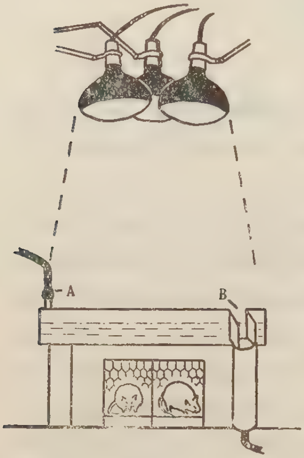


Fig. 1. Apparatus to test photosensitivity.
A; Water inlet.
B; Water outlet

The sensitized rats, by feeding 10 g./100 g. of the abalone liver in a single dose and 24 hours before, revealed erythema and swell of ears within one minute, scratching and rushes in three minutes under the light and mostly died several hours after irradiation for 30 minutes, whereas the negative controls did not show any appreciable symptom or abnormality even in the one-hour irradiation. Judging from the symptoms, light intensity of the apparatus is comparable to that of sunshine in early summer.

b) Duration of photosensitivity: To determine the optimum time from intake, duration of photosensitivity and effect of time on symptoms were examined. In the experiments carried out by using the samples of 1960 and 1961, respectively, rats revealed the similar transition of photosensitized state and symptoms, although the light source was different as indicated in Table 1. Rats weighing 100±30 g. were fed 10 g./100 g. of the liver in a single dose, the liver being mixed with 12 g./100 g. of basal diet. From the next day, they were subsequently kept on basal diet for about two weeks by the end of observation period. A pair of rats were exposed to artificial light at different intervals of time, and the results given in Table 1 were obtained.

The photosensitization is attained in a very short time and lasts fairly long. It is also recognized that the time from intake exerts significant influence upon the symptoms. In a short time after intake, initial symptoms during irrradiation are rather slight, but accompanied by death or severe sequelae. In progress of time thereafter, symptoms under light become more drastic but those after irradiation less remarkable or absent. For instance, rats Nos. 37～40 reveal striking initial symptoms but neither death nor necrosis of skins. The more rapid disappearance of photosensitivity in the first experiment using the sample of 1960 is considered to be connected

with the weakness of light intensity adopted. From the significance of symptoms, the optimum time from intake for the biological test is judged to be 24 hours. It is also evident that rats respond to the agent with little individual variations.

c) The standard method: Taking the above-mentioned results into consideration, the following method was adopted hereafter, unless otherwise stated.

Table 1. Time from intake and response of rats.

Sample	Rats No.	Time from intake* hr.	During irradiation			After irradiation	
			Erythema and swell of ears	Pruritus	Rushes	Death hr.	Necrosis of skins
May, 1960**	33§, 34	4	+	−, +	−	−	+
	35§, 36	6	+	−, +	−	−	+
	37, 38	24	+	+	+	−	−
	39, 40	48	+	+	+	−	−
	41, 42	72	−	−	−	−	−
	43, 44	96	−	−	−	−	−
April, 1961***	81, 82	4	+	−	−	1, 2	
	83, 84	6	+	+	+, −	4, 12	
	85, 86	24	+	+	+	<18, <18	
	87, 88	48	+	+	−	−	−
	89, 90	72	+	+	−	−	−
	91, 92	96	+	+	−	−	−
	93, 94	144	±	−	−	−	−
	95, 96	216	−	−	−	−	−

* Measured from the beginning of feeding.

** Irradiation apparatus was the same as shown in Fig. 1, except bulbs. Four bulbs of 100 W. "Eye-rest lamp" of reflector-type emitting rays near 512 mμ (made by the Iwasaki Elec. Co. Ltd.) were placed at 16 cm. distance. Irradiation time was 60 minutes.

*** Irradiation for 30 minutes in the apparatus in Fig. 1.

§ The dose was 7 and 9 g./100 g. for No. 33 and 35, respectively, when calculated by weighing the remainder of diet, as it was not eaten up by the time of irradiation.

Test sample incorporated into basal diet is fed to a pair of fasting albino rats weighing 100±30 g. After being kept in dark place for 24 hours, they are irradiated for 30 minutes with the apparatus in Fig. 1. Time required to induce erythema swell and scratching is recorded and the occurrence of convulsive fits, crying or irritability is observed. The reaction of rats is graded as severe (⧻), moderate (⧺), weak (+), and negative (−), as defined in the previous paper[1)]. The observation of sequelae, death or necrosis of skins, is omitted, as it takes too much time.

4) Effect of cooking or salting on the causative agent

As the abalone viscera are usually consumed after cooking or salting by the people in the Tohoku district, effect of such treatment was examined. A part of the raw liver was put into a large test tube and boiled in a bath. The other part was cut into pieces

of proper size, added with 15% salt and kept for 10 days in a dark place at room temperature. The treated liver was then tested by the standard method. Results are shown in Table 2.

Table 2. Effect of cooking and salting.

	Dose g./100 g.	Reaction of rats
Raw liver	10	+++
Liver boiled for 15 min.	10	+++
Liver boiled for 30 min.	10	++
Liver salted for 10 days	10	+++

It is clear from the table that the photodynamic agent is fairly stable to heat or salting, but gradually changes in a prolonged heating. It may be noted here that the agent was kept unchanged for about ten months in the liver stored at $-15°\sim-20°C$. in a freezer.

5) Isolation of a photosensitizing pigment

In preliminary tests, the photodynamic agent was recognized to be easily soluble in methanol and acetone, partly soluble in ether and quite insoluble in water. The solution containing the active agent was dark brownish green and intensely red fluorescent under ultraviolet light or sunshine.

As these observations and survey of literatures[2)-6)] led us to anticipate the occurrence of some photodynamic chlorophyll derivative, the extraction method frequently used for porphyrins[3)-6)] was applied to the liver, as illustrated in Fig. 2. The minced

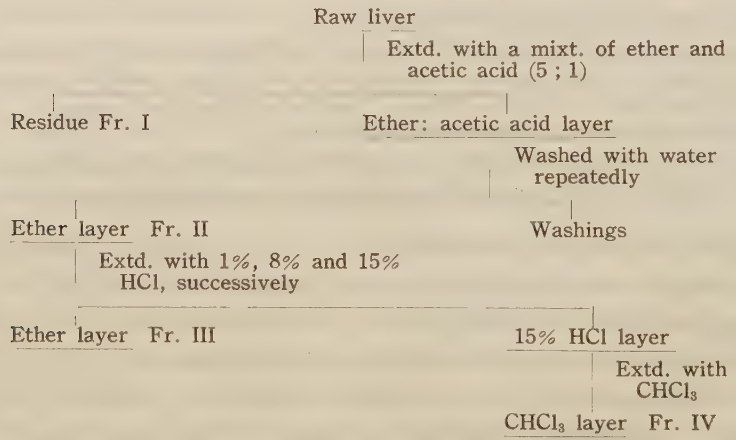


Fig. 2. Isolation of a photodynamic agent.

liver was extracted with a mixture of ether and acetic acid (5:1) by vigorous shaking for several times until the supernatant became colorless. To remove acetic acid, the combined supernatant was repeatedly washed with distilled water freed from metals by ion-exchange resins. The pigment was then partitioned between ether and 1%

8% and 15% (W/V) hydrochloric acid in order. The 1% and 8% acids, however, extracted no fluorescent pigment, but the 15% hydrochloric acid extract was deep green and intensely red fluorescent. The upper layer became yellowish green and very weakly fluorescent after exhaustive extraction with 15% hydrochloric acid. From the acid solution the pigment was extracted with chloroform directly or with ether after neutralization with sodium acetate.

The pigment solutions were dried with anhydrous sodium sulfate after being washed with water and evaporated to dryness in stream of nitrogen under reduced pressure. The residue, Fr. I, was also dried in a desiccator after removal of acetic acid with water. These materials were examined on their photodynamic activity by the standard method. In repeated experiments, Fr. IV, however, caused inconsistent responses of rats varying from negative to severe, unlike Fr. II or raw liver. The irregularity was found to be attributable to inadequacy of the feeding method, in which the purified pigment was mixed with basal diet in the form of compact solids as it was after evaporation, and the defect was successfully eliminated by dissolving the pigment in small quantity of 0.067 M phosphate buffer, pH 10, containing 90% sodium monohydrogen phosphate and 10% trisodium phosphate[7] prior to incorporation into basal diet. By this pretreatment, a consistent response was obtained, as shown in Table 3. The state of pigment in diet may be an important factor affecting photosensitization of rats, as it might have a great influence on the absorption of pigment in the digestive tract of test animals.

Tbale 3. Photodynamic activity of each fraction.

Fractions	Dose		Red fluorescence	Reaction of rats
	mg./100 g.	Equivalent to raw liver g.		
Raw liver		10		⧻
I		20		−
II	896	10	⧻	⧻
III	1250	15	+	−
IV	27	10	⧻	⧻

As Fr. I and Fr. III produce no photosensitivity even in elevated dose and Fr. II and Fr. IV are quite comparable to the starting material in photodynamic activity, the isolation is considered to be nearly quantitative, even though the testing method is qualitative in nature.

6) Some chemical properties of photosensitizing agent

The pigment is obtained as iridescent blue-black solids when dried. It is soluble in methanol, ethanol, acetone, ether, chloroform, and acetic acid, but insoluble in water. The solution is somber green with slightly different nuances depending on the kind of solvent but intensely red fluorescent equally. The yield is about 30 mg.

from 10 g. of the raw liver.

When the methanolic saturated solution of potassium hydroxide is gently poured to the ether solution so as to make hypophase, the color of the upper layer turns from green to yellow at once and again returns to green in about 30 seconds, simultaneously with appearance of green color spreading into hypophase from the boundary. Thus the Molisch phase test[4),8)] is positive, indicating that the pigment is closely related to chlorophyll and has the intact isocyclic ring.

The absorption spectrum was determined in a Beckman DU spectrophotometer and found to vary slightly with the solvent. The absorption curve in ether is given in Fig. 3 and the maxima in Table 4, which indicate the close resemblance of the pigment to pheophorbide a.

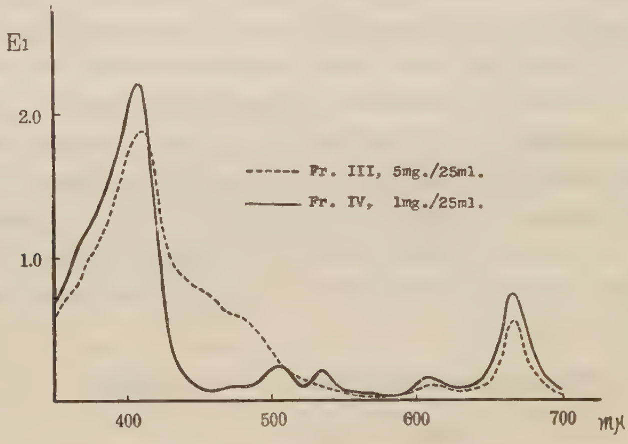


Fig. 3. Absorption spectra of Frs. III and IV in ether.

Table 4. Absorption maxima of Fr. IV.

	Solvent	Absorption maxima mμ						Notes
		I	II	III	IV	V	Soret band	
Fr. IV	$CHCl_3$	667	609		539	510	418	
	Ether	667	609	560	535	507	409	
Pheophorbide a	$CHCl_3$	666.6	606.7		539	507.3	*	KENNEDY *et al.*[5)]
	Ether	667.4	611.6	562 (weak)	535.7	503.6	*	FISCHER *et al.*[9)]

* Not reported.

In shaking the ether solution with 0.2% sodium bicarbonate or 0.25% disodium hydrogen phosphate solutions which extract pheophorbide b easily, any appreciable quantity of fluorescent pigment does not appear in the hypophases and black precipitates, probably the sodium salt, form in the upper layer on standing. In addition as

the absorption curves of Fr. III and Fr. IV lack the peak at around 650 mμ specific to chlorophyll derivatives of the b series[10], the amount of pheophorbide b in the abalone liver may be very little, if any. The absorption maximum at 667 mμ of Fr. III may suggest the presence of another chlorophyll derivative of the a series having the different HCl number.

Finally, the red fluorescence disappears from the acetic acid solution immediately after addition of cupric acetate in the same solvent[11], and the color changes from somber green into deep green, indicating the formation of a copper co-ordination complex.

Discussion

The photosensitization of albino rats by the liver of *H. discus hannai* was found to occur very shortly after oral administration and to last for a relatively long period. The symptoms were significantly different according to the lapse of time from feeding. The absence of pathological changes in the internal organs of rats, highly sensitized but not exposed to light, strongly suggests, together with isolation of a photodynamic fluorescent pigment, that the abalone viscera poisoning is a primary photosensitivity.

From the old, pigments in the liver of gastropods had attracted attentions of several workers. Among them, DHÉRÉ and VEGEZZI[12] had investigated the pigments in the liver of *Helix pomatia*, and obtained two green fractions in alumina chromatography, called by the authors 'hepatochlorophyllane' α and β, whose absorption spectra were reported to correspond with chlorophyllane α and β, obtained by treatment of chlorophylls with oxalic acid, the absorption maximum being at 666 mμ and 654 mμ, respectively. Recently, KENNEDY and VEVERS[5] have demonstrated the occurrence of pheophorbide a and absence of pheophorbide b in the viscera of a gastropod, *Akera bullata*, in their study on porphyrins and chlorophyll derivatives in lower marine animals. It is interesting that a similar result was obtained on *Haliotis*. The fact that ether extracts only a part of the photosensitizing pigment from the dried liver, unlike a mixture of ether and acetic acid, may indicate the occurrence of pigment in two different forms, namely the ether-soluble free acid and the insoluble salt. NADAKAL[13] also reported the occurrence of some chlorophyll derivatives in the marine snail, *Cerithidea californica* HALDEMAN.

The photodynamic action of several porphyrins, derived from hemoglobin or chlorophyll, has been well established[14]. They include hematoporphyrin[15,16], uroporphyrin[17], mesopophyrin[16] or phylloerythrin[6,18], and were proved to induce a typical photosensitivity disease in animals when injected. In addition, the role of phylloerythrin was extensively studied in the 'geeldikkop' or 'yellow-thick-head'[18] of sheep and in 'facial eczema[16,18] of sheep and cows. These porphyrins, however, may be all excluded from the present case, as uroporphyrin is not extracted with a mixture of ether and acetic acid, and the others are extracted with 1% or 8% hydrochloric acid.

In connection with the facial eczema Clare[2),19)] has found that the chlorophyll derivatives isolated from dried millet, *Panicum miliaceum*, produced photosensitivity of the primary type in rats and described that the causative agent was isolated by partition between ether and aqueous hydrochloric acid followed by the cellulose column chromatography and identified as pheophorbide a and pyropheoporbide a by D. S. Letham[19)]. The details of experiments, however, are not available. The reported level of the photosensitizing agent in the dried millet[2)] seems to be far lower than the abalone viscera.

Purification and identification of the isolated photosensitizing pigment are now in progress.

References

1) Hashimoto, Y., K. Naito and J. Tsutumi: *This Bull.*, **26**, 1216 (1960).
2) Clare, N. T.: *Advanc. in Vet. Sci.*, **2**, 182 (1955).
3) Fischer, H.: *Abderhalden's Handbuch der biologische Arbeitsmethoden* Abt. I, Teil II, S. 204.
4) Willstätter, R. und A. Stoll: *Untersuchungen über Chlorophyll* (1913).
5) Kennedy, G. Y and H. G. Vevers: *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* **35**, 35 (1956).
6) Clare, N. T.: *New Zealand J. Sci. Techn.* **24**, 202 (1943).
7) Hendrickson, M. J., R. R. Berueffy and A. R. McIntyre: *Anal. Chem.*, **29**, 1810 (1957).
8) Fischer, H., O. Süs and G. Klebs: *Ann.* **490**, 38 (1931).
9) ———, O. Moldenhauer und O. Süs: *Ann.* **486**, 107 (1913).
10) Stern, A. und F. Pruckner: *Z. physikal. Chem.*, Abt. A, **180**, 231 (1937).
11) Oliver, I. T., and W. A. Rawlinson: *Biochem. J.*, **49**, 157 (1951).
12) Dhéré, C. and G. Vegezzi: *C.R. Acad. Sci., Paris*, **163**, 399 (1916).
13) Nadakal, A. M.: *Biol. Bull.*, **119**, 98 (1960).
14) Ippen, H.: *Archiv für klinische u. experimentelle Dermatologie*, **210**, 496 (1960).
15) Hausmann, W.: *Biochem. Z.* **30**, 276 (1911).
16) Fischer, H., E. Bartholomäus und H. Röse: *Z. physiol. Chem.*, **84**, 262 (1913).
17) Kennedy, G. Y.: *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* **38**, 27 (1959).
18) Rimington, C. and J. I. Quin: *Nature*, **29**, 178 (1933).
19) Clare, N. T.: *J. New Zealand Inst. Chem.* **17**, 57 (1953).

抄　　録

ニシン若年魚の遊泳速度 H.C. BOVAR: *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **90** (1), 21—26 (1961). カナダの Passasamaquoddy 湾につくられるダムが，そこでの水揚げの 85% にあたるニシン (*Clupea harengus harengus* L.) の若年魚の回遊に与える影響を知る目的で，回転水槽をつかつてその最大遊泳速度と，各段階の流速に耐え得る時間を測定した。実験に用いたニシン若年魚の体長範囲は 60～219 mm，水温は 1.4～5.6°C と 9.5～11.2°C であつた。

この体長範囲の魚の最大遊泳速度は 2.3～4.4 feet/sec で，体長の大きいものほど最大遊泳速度も大きかつた。

また，流速が 1.2～3.2 feet/sec の範囲での耐久遊泳時間は 1～115 分であり，耐久時間はほぼ体長の4乗に比例することがわかつた。

この結果，ニシン若年魚が自然環境のもとでも，水槽中と同様に流速に対して反応するなら，ダムの水門の開閉にともなう流速の変化は，その回遊に影響しないと思われた。(能勢幸雄)

グリセリン保存の耳石を年令査定に用いるための一処理法 G.H. LAWLER and G.P. MCRAE: *J. Fish. Res. Bd. Canada* **18** (1), 47—50 (1961). Burbht (*Lota lota*) のグリセリンで保存された耳石 (採集個体の最大体長 53 cm) は応々不透明になり，年令査定に用いることが困難になるが，50% グリセリンに4カ月保存された標本をグリセリン添加したまま 190°C 10 分間，またはそれ以下の温度でも時間を増すことによつて年輪を明瞭にすることができた。まず不透明な耳石を水洗，光線の透明を容易ならしめるため細い金剛砂で磨き磁製ルツボにグリセリンを加えたものと耳石のみのものとに分け，乾燥器で熱つした。グリセリンを加えなかつたものは 110～155°C で変化なく，170°C で 35 分後に褐色化し 185°C では 45 分後に年輪を認め 200°C では 40 分で明瞭になつた。225°C で 15 分以上では耳石自身が焦げてしまう。グリセリンを加えたものでは 155°C で 15 分後に褐色化し 45 分後では成長帯の識別は不可能だが 165°C で 25 分，185～195°C では 10 分後に明瞭な年輪を認めることができた。保存中不透明になるのはグリセリンの浸透によるものと考え，その除去のため熱を与えたのがかえつて耳石内に不均一に浸透しているグリセリン自身の褐色化を早めかつ明瞭な年輪を見ることができた。

(鈴木秀弥)

東部太平洋熱帯水域のキハダの成長について R.C. HENNEMUTH: *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, **5** (1), 1—112 (1961). 1954～1958 年東部太平洋熱帯水域で主として竿釣りで漁獲されたキハダの体長組成のデータにもとづいて，その成長を検討した。月別に 14 地区にわけてサンプリングを行ない，北・中・南部水域にまとめて考察した結果，成長率は水域間で一致するが，産卵時期にみられる変動から成長曲線には若干のずれがある。この水域で漁獲の対象となるキハダは 55 cm (7.5 lbs) 以上とされている。はじめて漁獲の対象となる 55 cm 付近の体長群は産卵時期やその後の成長率から生後1カ月経過したものと推定されるが，漁業の選択性のため，この体長群のモードは大き目な値を示している。一般に2年で 85 cm (28 lbs)，3年で 123 cm (84 lbs)，4年で 144 cm (134 lbs) で，5年以上のキハダの漁獲物に占める割合は少ない。BERTALANFFY の式にあてはめると，$l_t=169\,(1-e^{-0.05(t-10)})$ あるいは $w_t=218(1-e^{-0.05(t-10)})^3$ となる。この水域のキハダの成長は，ハワイ，日本近海のキハダの成長とかなりよく一致するが，延縄によるものが竿釣りあるいは巻網によるキハダより大型のようである。(鉄　健司)

Channel catfish の移動と死亡率について G. W. MCCAMMON and D. A. LAFAUNCE: *Calif. Fish and Game* **47**(1), 5—26 (1961). Sacraments Valley 付近では 1954 年頃より channel catfish (*Ictalurus punctatus*) を対象とする遊漁が盛んになつてきた。本種の移動と死亡率を知る目的で 1955 年4～5月に標識放流を実施した。体長 6.8～22.1 インチの 797 尾に disk-dangler tag を付け，4地点にほぼ同数づつ放流した。1年目に 146，2年目 54，3年目 20，4年目8と4年間に 228 個の標識が回収された。放流および再捕地点より移動は比較的狭い範囲にとどまり，近くの治水用水路に集まる傾向がみられた。つぎに年々の再捕尾数から，全死亡・漁獲による死亡・自然死亡についての瞬間率，年間率などの特性値の推定を行なつた。まず回収された全資料を用い，再捕されたものはすべて報告されるという仮定のもとに計算をすすめた。つぎに本標識実験の再捕の報告率は調査されず不明なため，他種の結果にもとづいて未報告率 30，40，50% として上記の特性値を求めた。最後に標識魚中 9.0 インチ以下の体長のものは，第1年目には完全には漁獲の対象となつていない点を考慮して，未報告率 40% における各死亡に関する特性値を推定した。これらを RICKER (1958) の記号にしたがつて表わすと，$s=0.440$，$a=0.560$，$i=0.821$，$p=0.445$，$q=0.376$，$u=0.304$，$v=0.256$，$m=0.359$，$n=0.314$ となる。(鉄　健司)

Venus striatula **(DA COSTA) の産卵・成長・死亡** A. D. ANSELL: *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **41** (1), 191—215 (1961). *Venus striatula* は水深 3～4 m から 20 m ぐらいまでの砂地にすむ二枚貝で，成熟状態を周年にわたつて組織学的に調べた

結果，産卵期は 4~5 月であることがわかつた。11°C 以下では産卵しないが，成熟個体に温度刺戟を与えると 1.5~2 時間で産卵をはじめる。受精後 24 時間で *trochophore* になり，2 日 15°C で *veliger*，3~4 日には腸管が形成されるので，培養した *Monochrysis lutheri* DROOP を飼育水中におよそ 500 cells/ml の濃度になるように与えた。16 日目には成長の早いものが底着し始めたが，その大きさは 200~220 μ であつた。12.0，14.0，16.0°C で飼育したばあい死亡率は 10%以下であるが，10.0，22.5°C ではこれより高率であつた。

Spat の採集結果から夏に底着した個体は冬までに 0.1~0.3 mm になり，その後の成長は採集個体の殻長と殻にあらわれる年輪の計測から 2 年で108，3 年で 161 mm に成長するといえる。成長曲線はシグモイドで，5~8 月に成長し冬はほとんど成長しないことがわかつた。死亡率は標本採集から 2~3 mm の大きさの個体群が翌年までに約 40 %，その生残り個体が 2 年までに約 33%，同じく 3 年目のそれはほぼ同率であつた。なお，棲息密度をかえて生き残りを調べた結果によると，密度と死亡率との間にはつきりした関係は認められなかつた。

（田中二良）

動物プランクトンの栄養と代謝 I. 海産橈脚類 *Calanus helgorandicus* (Claus) の攝餌についての観察（予報） E. D. S. CORNER: *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **41** (1), 5—16 (1961). 1960 年 5~9 月，Plymouth 付近で採集された *Cal. helgolandicus* の雌について容量 200 ml の水槽 6 個宛連続した 2 シリーズの飼育槽を暗中 10°C に保ち 4 日宛 10 回飼育を行なつた。本種 1 個体が 1 日に沪過する海水量は 10.0~36.0 平均 21.5 ml でその総懸濁物質の 74~91 平均 80 %，それも主として有機物が選択的に摂取され 1 日 1 個体当たり総有機物摂取量は 1 個体当たり乾燥重量の 25.3%（平均 26.5 μl の酸素消費量に相当)，その組成は炭水化物 18.1，脂質 6.5，蛋白質 2.7 μg であつた。一方実験に使用された海水は 1 l 中 0.95~2.50 mg（乾燥重量）の懸濁有機物を含み，その組成は炭水化物 64.1~70.8 平均 66.5%，脂質 17.7~27.1 平均 23.4%，蛋白質 8.3~11.5 平均 10.1%であつた。本種の 1 個体当たり乾燥重量は 98~117 μg 平均 106 μg であつたが水温と海中の栄養によつてその大きさと重量が著るしく変化すると思われる。過去の報告から得られた *Cal. finmarchicus* の 1 日当たり平均呼吸量 12.1 μl に対して摂餌量を酸素消費量に換算して比較すると脂質 12.9，炭水化物 13.6 μl で摂餌量のほうが著るしく多く，またその大部分を海中の懸濁物から得ていることから Putter (1909) の仮説の導入は必要と思われないが，ある程度海中の溶存有機物を体表面から吸収するかどうか冬期の実験も必要である。（鈴木秀弥）

イガイ個体群の構造とエネルギー流転 E. J. KUENZLER: *Limnol. Oceanogr.* **6** (2), 191—204 (1961). ジョージア州サペロ島の海水沼沢池でイガイ *Modiolus demissus* DILLWYN の生態について研究した。棲息範囲は平均低潮位上 200~240cm，中心は 220 cm ぐらいのところである。密度は 14,400 m² の標本区 25 カ所について 0.2 m² 枠を使つて調べた結果，場所によつて非常に差があるが平均密度は 6.66 個/m² であつた。殻高・乾燥肉量関係を調べると変曲点が殻高 25 mm のところにあるが，成熟する大きさの 20 mm で大小 2 組にわけると，関係式の勾配およびその季節変化に有意差が認められる。産卵期は 7~9 月で，この時期に重量は減るが殻の成長はとまらない。もつとも良く成長するのは 5・6 月で，棲息場所が低いほうが成長率が高く，高い位置のものと成長率の平均値の差は 2.5 %で有意である。

添加・成長・死亡量を知るために 18×100 m の標本区を 7 カ所設け，それぞれに 5 ~ 15 個の鉢を口が泥の高さと同じになるように埋めた。隔月に鉢を調べて付着したイガイの足糸を切り取つて測定したが，重量分布は天然のそれとよく一致した。これらの資料から添加量を計算すると肉量は 6.0 mg/m²/yr，殻は 66 mg/m²/yr，成長量はそれぞれ 445，7.550 mg/m²/yr，死亡量は −1.200，−20.400 mg/m²/yr，足糸の成長量は 320 mg/m²/yr であつた。また個体群の成長には年間 13.9 kg-Cal/m²，生殖細胞の増殖には同じく 2.8 kg-Cal/m² のエネルギーが必要で，総呼吸量は 39 kg-Cal/m²/yr であつた。（田中二良）

ソ連および外国における魚のバイラス性紅疹病 G.D. GONCHAROV: *Tryd, soveshchan. po bolezn. ryb.* 34—38 (1959). 1930 年代にコイの紅疹病はソ連およびドイツなどで急性型として激発流行したが経年とともに罹病範囲は広まり，かつ慢性型となつて現在ではスズキ，チョウザメ科のものにも罹病する。発病の最初はおもに重症の退行性経過が全身の網状内皮組織に観察される。また脈管組織の重い疾患の結果として皮膚内の出血と体液の貯留が起る。化膿性炎症は二次感染原によつて後期にみられる。おもな病源はバイラスであつて *Achro mobacter punctatum* は二次感染原である。すなわちバイラス性症患の本性を示すエオシン嗜好均質性の原形質内封入体（Ėpshtein-Peshkov 体）が自然発病魚の骨細胞および皮膚上皮細胞に，さらに病魚の皮膚を感染原として発病させた二才ゴイの皮膚上皮からも封入体を発見している。また本病の基礎的経過の一つとして封入体をもつ脳膜炎あるいは脳炎を起す。本バイラスは電子顕微鏡下で 25~50 mμ の大きさを示す。二次感染原の *A. punctatum* はバイラスに侵害された血管組織を通して敗血症を起しつつ体の各部，臓器に侵入して病勢をますます昂進させる。*A. punctatum* の関与しないコイ親魚のバイラス予防接種の研究は人工免疫を獲得し得る可能

性を示しその最初の試験では好結果が得られた。
（佐野徳夫）

巻貝の貝殻の成長におよぼす炭酸脱水酵素の阻害剤の影響 J. A. FREEMAN: *Biol. Bull.*, **118**, 412—18 (1960). 炭酸脱水酵素が molluscs の殻形成を促進するとの報告が多くあるが，他方殻を形成する molluscs でも本酵素が非常に弱いか，あるいは全くないものもあるとの報告がある。本酵素が molluscs の殻形成に重要であるかどうかを知るため，成長率に統計上の重要な差異がない範囲の大きさ（殻長 3.00～5.99 mm）の淡水産巻貝（*Physa heterostropha*）を用い，餌料，温度などで成長率を調整しながら飼育し，これに本酵素の阻害剤である Diamox (I), 2-benzothiazolesulfanilamide (II), benzenesulfonamide, p-toluenesulfonamide, sulfanilamide を作用させた。巻貝の成長率におよぼす II の影響は，他の 4 種の阻害剤のそれとは全く異なり，濃度 1 mg/*l* で貝の成長を全く阻害し，これ以上の濃度のときは 21°C で致命的となるが 26°C では毒作用が多少弱くなる。このような作用は酵素の阻害剤としての作用ではなくてなにか不明の副作用と考えられる。他の 4 種の阻害剤を成長の良い条件で飼育した巻貝に作用させた場合，阻害作用が最高となる濃度は統計的に等しい。I は濃度 1.5 mg/*l* のときは成長の悪い条件で飼育した巻貝には作用しないが，急速に成長している巻貝に対してはその阻害度が大きい。すなわち，本酵素はある種の molluscs の殻形成のおそい場合にはあまり重要でないが，殻の形成が速やかに行なわれている場合には重要である。（清水千秋）

トリメチルアミンオキシド (TMAO) の定量法 J. BYSTEDT, L. SWENNE and H. W. ASS: *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 301—304 (1959). TMAO を定量するには，まずトリメチルアミン (TMA) に還元することが必要で，そのため種々の還元法が考案されている。その一つとして Devarda 合金と塩酸を用いた DYER 法を検討したが，TMAO 態窒素として 0.025～0.5 mg の範囲で，回収率は 50～90 %にすぎず，ことに微量の場合に著しく低下する。次に三塩化チタン（$TiCl_3$）による還元を行なつたが，従来の方法にくらべ精度が良く，また微量の TMAO の定量が可能であり，TMAO の還元法として最も優れていると思われる。実験法は次の通りである。5%三塩化酢酸 (TCA) に溶解した TMAO 標準液および DYER 法により調製した魚肉の 5 % TCA 抽出液を試料液とし，その 20 m*l* と 10 % $TiCl_3$ 溶液 0.5m*l* を 100m*l* の定容フラスコ中で混合して 2 時間室温で放置する。次に残存する $TiCl_3$ を分解するために飽和 KNO_3 数滴を加え，$TiCl_3$ の桃色が消失してから 5% TCA で 100m*l* に定容する。生じた TMA を DYER の picrate 法で定量する。定量範囲は 0.00125～0.025 mg-N/m*l* で，魚肉エキス中での回収率は 98～100%であつた。
（岡市友利）

ホロチュリンの化学構造のその後の研究 J. D. CHANLEY, J. PERSTEIN, R. F. NIGRELLI and H. SOBOTKA: *Ann. New York Acad. Sci.*, **90** (3), 902—905 (1960). ナマコ (*Actinopyga agassizi*) のキュビエー氏器官より抽出された毒物質（ホロチュリン）はステロイド系アグリコンに 4 個の糖および 1 分子の硫酸が結合したサポニンである。ホロチュリンのジギトニンと結合する画分（ホロチュリン A）は $C_{50-52}H_{82-85}O_{5-6}SNa$ の分子式を有し，これを酸で加水分解すると極めて近似した構造をもつ数種のアグリコンと各アグリコン 1 分子宛の xylose, glucose, quinovose, 3-0-methylglucose および硫酸が得られた。次に糖の結合順序を調べるために *Helix pomatia* の抽出液で酵素分解を行ない水解物を BuOH : EtOH : H_2O 系および Phenol : H_2O 系のペーパークロマトグラフィーによつて検索したところ quinovose, 3-0-methylglucose および痕跡量の glucose, quinovosyl-3-0-methylglucose, 3-0-methylglucosyl-glucose および少量の 3-0-methylglucosyl-xylose が得られた。従つて糖の結合順序は quinovose, 3-0-methylglucose, glucose, xylose の順となり，xylose がアグリコンと結合している。酵素分解物中には遊離硫酸は少量しか認められなかつたので硫酸は糖部分ではなくステロイドアグリコンに結合している。（安元 健）

螢光による肉および魚の鮮度判定 A. A. KONDRATENKO and M. M. DANILOV: *Veterinariya* (Moscow), **37**(5), 77—81 (1960). 螢光の肉眼的および定量的観察により，肉と魚の鮮度が判定できる。肉，魚およびそれらの水抽出液に 360～365 mμ の紫外線を照射すると，固有の可視螢光が励起される。螢光の色は肉の種類および鮮度により変わる（牛，暗赤色；羊，暗褐色；豚，淡褐色；結締組織，青色；脂身，淡黄色；牛肉抽出液，新鮮，黄緑色；初期腐敗，青緑色；腐敗，青色；タラ肉，新鮮，淡緑色に淡青色の点；初期腐敗，淡黄色；腐敗，灰黄色)。肉および魚の 10 倍容水抽出液の螢光の強度と極大帯は鮮度と密接な関連性を有し，鮮度の低下に伴ない螢光強度が増加する。極大帯は肉では鮮度低下とともに短波長側に移動し，初期腐敗のものでは極大が 2 ケ現われる（牛，新鮮，570.5mμ; 凍結，543.6; 初期腐敗，516.0 と 492.3; 腐敗，502.4 と 486.2）が，魚ではやや長波長側にずれる（タラ，新鮮，420 mμ; 初期腐敗，430; 腐敗，485)。一般に魚肉の螢光強度は肉よりもかなり大きい。螢光強度の増加は，細菌の増殖と，蛋白分解物の増加によると思われる。

なお螢光測定のために硫化カドミウム光抵抗を用いた高感度の測定器を試作した。（永山文男）

雑　録

○ 日本水産学会中国・四国支部8月例会

日　時　昭和 36 年8月 26 日（土）午後1時より

場　所　広島大学水畜産学部福山教場

1. 海藻の揮発成分に関する化学的研究—XXII.

Gas chromatography 上における揮発成分の異同とそれらの生化学的存在意義（その2）

片　山　輝　久（広大水畜産）

2. Chromatostrip による藻類のクロロフィルの簡易分離定量法について

°小山治行・片山輝久（広大水畜産）

3. 海藻の殺菌について　佐　藤　孜　郎（広大水畜産）

4. ムラサキイガイ幼生に対する電戟効果　竹　下　伊　佐　雄（広大水畜産）

正　誤　表

頁	行	誤	正
		Vol. 27, No. 6	
521	上から16行目	Fisherief	Fisheries
524	下から6行目	$E_s=\sum_{t}\varDelta R_{et}\sum_{t}\sum_{i}\varDelta R_{eit}$	$E_s=\sum_{t}\varDelta R_{et}=\sum_{t}\sum_{i}\varDelta R_{eit}$
529	上から3行目	$Y_s=\hat{c}\cdot Y_s=(X_t/Y_t\cdot k_{ct}/k_{et})(Y_t\cdot k_{et})=X_t\cdot k_{ct}$	$X_s=\hat{c}\cdot Y=(X_t/Y_t\cdot k_{ct}/k_{et})(Y_t\cdot k_{et})=X_t\cdot k_{ct}$
529	Table 5	$k_{et}=k_{ct}/k_{et}$	$k\hat{c}_t=k_{ct}/k_{et}$
535	Table 6	k_{pt}, 1.10; 7 k_{tt}, 0.8869.	k_{pt}, 1.107; k_{tt}, 0.8869
538	最下行	data	date
540	Table 8	3(2 − 1) 4.8	3(2 + 1) 4.8
543	上から8行目	$N_t=(N-C)_t'+C_{t-i}$	$N_t=N_t'+C_{t-i}$
		Vol. 27, No. 7	
674	下から6行目	以下において[3]	以下において (3)
675	下から7行目	重量を示)す。	重量を示す)。
677	上から11行目	同図[1]も	同図 (1) も

新着外国文献案内 (1961, 8-1-31)

PERIODICALS

Annual Report. International Pacific Salmon Fisheries Commission. New Westminster. B. C. for 1960.
Annual Report. Torry Research Station. Edinburgh. for 1959.
Bioloski vestnik. Ljubljana. Jugoslovija. VIII. 1961.
Boletín del Instituto español de oceanografia Madrid. No. 103. 1961.
Bonner Zoologische Beiträge. Bonn. 12 Jahrgang. Heft 1-2. 1961.
Bulletin. Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla. Calif. Vol. V. No. 3. 4. 1961.
Collected Reprints. Scottish Marine Biological Association. Milport. 1960.
Commercial Fisheries Review. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington. Vol. 23. No. 6. 1961.
Fiskeridirektoratets Skrifter. Serie Havundersokelser. Bergen. Vol. XII. No. 10. 11. 1960.
Informationen für die Fischwirtschaft. Hamburg. Jahrgang 8. Nr. 2-3. 1961.
Journal of the Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. Vol. 18. No. 2. 1961.
Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Plymouth. Vol. 41. No. 2. 1961.
List of Accessions to the Library. Science Museum Library. London. Nos. 1579 1580 1581 1582 1583. (1961).
Pacific Naturalist. Solvang. California. Vol. 2. No. 2-4. 1961.
Pacific Science. Honolulu. Vol. XV. No. 3. 1961.
Publications of the Marine Biological Station. Ghadaqa. Red Sea. Cairo. No. 11. 1961.
Report for 1960. Fisheries of Scotland. Edinburgh.
Scottish Sea Fisheries Statistical Tables. Edinburgh. 1960.
Senkenbergiana Biologica. Frankfurt. Bd. 41. No. 5-6. 1960.
Studies from the Stations of the Fisheries Research Board of Canada. 1960.
Tidsskrift for Hermetikindustri. Stavanger. Norway. Aargang 47. Nr. 6. 1961.
Вопросы Ихтиолоии. Том 1. Вып. 2 (19). 1961.
Известия Академии Наук СССР. серия биологическая. 1961 No. 3.
Журнал Общей Биодогии. Том XXII. No. 3. 1961.

REPRINTS

BLAXTER, J. H. S. und HEMPEL, G. (1961) Biologische Beobachtungen bei der Aufzucht von Hering brut. Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Band 7. Heft. 5. Seiten 260-283.

BURT, J. R. and JONES, N. R. (1961) Changes in sugar phosphates of chilled coding (*Gadas callarias*) muscle. I. Sci. Food Agric. 12. April. 1961. pp. 344-348.

EDDIE, G. C. (1961) Refrigeration in Fishing Vessels. The Refrigeration and Air-Conditioning Convention. Earl's Court. London. S.W. 5. April 11-14. 1961. organised by World Refrigeration and Air-Conditioning. 11a Gloucester Road. London. S.V. 7. pp. 8.

HAMON, B. V. (1961) The Structure of the East Australian Current. Division of Fisheries and Oceanography. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia. No. 11. pp. 11.

HEMPEL, V. G. und BLAXTER, J. H. S. (1961) Einfluss von Temperatur und Salzgehalt auf Myomerenzahl und Körpergrosse Heringslarven. Zeitschrift für Naturforschung. Band 16b. Heft 3. Seiten 227-228.

JAWORSKI, L. (　　) Proba ujednolicenia podstavowych pojec technicznego normowania pracy w morskim przemysle rybnym. (An attempt to unify the fundamental conception of technical normalization of labour in the marine fishery). Zeszty Naukowe. Wyzszej szkoly rolniczej w Olsztynie. Tom 9. Nr. 74. pp. 169-206.

KLAWE, W. L. (1961) Young scombroids from the waters between Cape Hatteras and Bahama Islands. Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean. Vol. 11. No. 1. pp. 150-157.

LUCAS, C. E. (1961) Marine fisheries: Their conservation and their potential. Advancement of Science. 1961. pp. 499-504.

NEWELL, B. S. (1961) Hydrology of South-East Australian Waters: Bass Strait and New South Wales Tuna Fishing Area. Technical Paper. Division of Fisheries and Oceanography. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia. No. 10. pp. 22.

SIMPSON, T. H. (1961) Smoke Curing Technologists meet in Poland. Food Manufacture. March 1961. pp. 3.

WISELY, B. and PURDAY, C. (1961) An Algal Mass-Culture Unit for Feeding Marine Invertebrate Larvae. Technical Paper. Division of Fisheries and Oceanography. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia. No. 12. pp. 12.

SEPARATE VOLUMES

SCHULTZ, V. (1961) An Annotated bibliography on the uses of statistics in ecology, a search of 31 periodicals. United States Atomic Energy Commission. Washington. D.C. pp. 315.

Академии Наук СССР. Ихтиологицеcкя Комиссия. (1961) Труды совещания по экологии и промыслу морских млекопитающих. Вып. 12.

昭和三十六年九月二十日　印　刷
昭和三十六年九月二十五日　発　行

第二十八巻　第九号

本号定価 150 円
(送料別)

編集兼発行者　大島泰雄
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発行所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振替口座　東京　59529番
電話 (451) 2200番

印刷者　笠井康頼

印刷所　株式会社　国際文献印刷社

発売所　株式会社　国際文献印刷社
東京都新宿区山吹町184
電話 (341) 7446・9635